CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN

über die

KNOCHEN UND ZÄHNE

des

MENSCHEN und der WIRBELTHIERE,

mit

Rücksichtnahme auf ihre physiologischen und pathologischen Verhältnisse,

von

Dr. ***Freiherrn Ernst v. Bibra.***

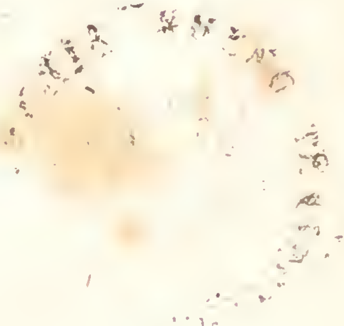


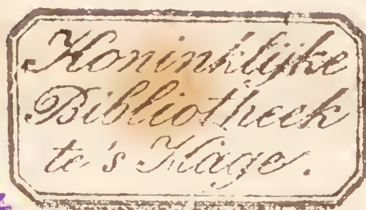
Mit fünf Tafeln Abbildungen in Stahlstich.



Schweinfurt. 1844.

Im Verlage des Kunstverlags.









Druck der Morich'schen Buchdruckerei in Schweinfurt.

Vorwort.

Nur wenig Einleitendes habe ich der gegenwärtigen Abhandlung, welche ich dem wissenschaftlichen Publikum übergebe, vorauszusenden.

Es ist bekannt, dass mehrere schöne Untersuchungen über die menschlichen Knochen bereits von älteren und neueren Chemikern unternommen worden sind. Desto spärlicher sind hingegen die Analysen von Thierknochen, welche man bis jetzt angestellt hat.

Ich weiss nicht, ob Jemand der Meinung ist, dass die Chemiker, welche sich mit der Thierchemie beschäftigen, allein den menschlichen Organismus zum Gegenstand ihrer Untersuchungen machen sollen, oder dass diess so lange geschehen soll, bis in diesem Betrachte nichts mehr zu wünschen übrig seyn wird.

Ich aber glaube, dass vergleichende Untersuchungen nur von Nutzen für die Wissenschaft seyn können, und besonders wenn sie mit Substanzen angestellt werden, deren Zusammensetzung keine grosse Schwierigkeiten für die Analyse bietet, über welche nicht viele verschiedene Ansichten aufgestellt werden können, und welche mithin, eben wie die Knochen, solche Vergleichungen jetzt schon mit Sicherheit gestatten.

Ich habe in diesem Sinne die nachfolgende Arbeit über die Knochen der Wirbelthiere unternommen und mich unausgesetzt fast drei Jahre mit derselben beschäftigt. Dass ich dabei auch menschliche Knochen untersucht habe, versteht sich wohl von selbst.

Diesen Analysen habe ich eine Reihe von Untersuchungen über pathologische und fossile Knochen hinzugefügt und zugleich durchgängig die Arbeiten angegeben, welche bereits über ähnliche Gegenstände vorhanden, und welche mir zugänglich waren.

Im strengsten Sinne des Wortes war ich hierbei auf meine eigene Büchersammlung beschränkt, und keine fremde Privatbibliothek, noch weniger aber ein öffentlicher Bücherschatz standen mir zu Gebot.

Wer der Meinung ist, dass man in solchen Fällen sich wissenschaftlicher Arbeiten gänzlich enthalten solle, dem habe ich Nichts zu erwidern.

Andersdenkende mögen entschuldigen, wenn ich vielleicht eine oder die andere schon vorhandene

Arbeit aus dem angegebenen Grunde nicht berücksichtigt haben sollte.

Bei den mikroskopischen Zeichnungen, welche ich beigegeben habe, sind bei den ersten drei Tafeln nur schwache Vergrösserungen angewendet worden. Es haben deshalb die Knochenkörperchen dort geringere Deutlichkeit; diess hat aber wenig auf sich, indem sich dieselben fast bei allen Knochen ziemlich gleich sind. Es konnten aber so grössere Flächen der behandelten Knochen vor Augen gebracht, und die gegenseitige Gruppirung der Markkanälchen und Körperchen deutlich gemacht werden, welches ich dort besonders beabsichtigte.

Bei der allerdings nicht unbedeutenden Menge von Untersuchungen, welche ausgeführt werden müssen, kam mir der Umstand zu Hülfe, dass ich, frei von allen anderen Berufsgeschäften, meine ganze Zeit auf dieselben verwenden konnte. Ich fühle mich aber veranlasst, dankend zu erwähnen, dass mein Freund, Hr. Dr. F. Braun, der sich gegenwärtig auf einer wissenschaftlichen Reise nach Neuseeland befindet, den Sommer 1842 hindurch in meinem Laboratorium zugebracht und allen zu jener Zeit ausgeführten Analysen mitarbeitend beigewohnt hat.

Was das Material zu den Untersuchungen anbelangt, so haben mich viele verehrte Freunde mit Beiträgen erfreut, und ich bringe solchen den freundlichsten Dank für ihre Güte. Manches musste auch von Händlern er-

standen werden; mein Aufenthalt auf dem Lande aber hat mir Gelegenheit gegeben, die Knochen vieler bei uns lebender Thiere im frischen Zustande zu bekommen, und so wurde auf mancherlei Wegen eine ziemliche Anzahl von Knochen, deren Analysen, wenn sich auch unvermeidliche Lücken zeigen, wie solches z. B. bei den Reptilien und Fischen der Fall, doch für die warmblütigen Thiere eine, wie ich hoffe, ziemlich ausreichende Uebersicht gewähren.

Schwebheim, im Mai 1844.

v. Bibra.

Inhaltsverzeichniss.

Struktur der Knochen und Zähne.

Bestandtheile der Knochen.

Analysen von Säugethierknochen.

Schlüsse aus den Analysen der Säugethierknochen.

Analysen von Vogelknochen.

Schlüsse aus den Analysen der Vogelknochen.

Analysen von Reptilienknochen.

Analysen von Fischknochen.

Schlüsse aus den Analysen der Fischknochen.

Analysen der Zähne.

Pathologische Knochen.

Fossile Knochen.

Fossile Zähne

von

Organische Substanz der Knochen.

Struktur

der

Knochen und Zähne.

Struktur der Knochen.

In den nachfolgenden Blättern werden vorzüglich die chemischen Eigenschaften der Knochen abgehandelt werden.

Nichts destoweniger halte ich es nicht für ganz überflüssig, eine kurze Uebersicht dessen voraus zu schicken, was über die Structur der Knochen bekannt ist, wenn gleich wohl mit Sicherheit von dem überwiegenden Theile der Leser angenommen werden kann, dass sie mit dem mikroskopischen Baue derselben vollkommen vertraut sind.

Man hat, so viel mir bekannt ist, bisher vorzugsweise sein Augenmerk auf die menschlichen Knochen gerichtet, und es ist dies sowohl in chemischer als in histologischer Beziehung geschehen, obgleich auch die Thierknochen von einzelnen Beobachtern untersucht worden sind; so z. B. von *J. Müller,* der die bekannten ausgezeichneten Arbeiten über die Knochen, und besonders über die Knorpel lieferte.

Ich habe, wie man in dem Folgenden sehen wird, meist Thierknochen untersucht, und dabei die Wahrnehmungen *Müller's* durchweg bestätigt gefunden, wenn ich mit den Knochen der Thierarten arbeitete, die dieser untersuchte; aber auch die Beobachtungen an Knochen, die *Müller* nicht untersuchte, stimmen mit jenen zusammen, und ich ergreife deshalb mit doppeltem Vergnügen diese Gelegenheit, sie hier zu veröffentlichen, wenn

sie vielleicht auch im Ganzen nicht viel Neues enthalten. In Betreff der menschlichen Knochen habe ich vorzugsweise *Henle's* *) Arbeiten benutzt, welche mir überhaupt bei meiner ganzen Untersuchung über die Knochen von ausgezeichnetem Nutzen gewesen ist.

Bei Betrachtung des Knochengerüstes aller Wirbelthiere sind es hauptsächlich 3 Formen, welche sich wesentlich von einander unterscheiden, die cylindrischen, die platten und endlich die kurzen Knochen, welche annähernd der Würfelform ähneln.

Alle diese Knochen bestehen aus erdiger und aus organischer Substanz, der sogenannten Knochenerde und dem Knochenknorpel. Als allgemeines Mittel, wenigstens für die Säugethiere, mag etwa das gegenseitige Verhältniss dieser beiden Substanzen zu 70 pCt. Knochenerde und 30 pCt. Knorpel angenommen werden. Aber unter sich zeigen die Knochen den Unterschied, dass die kurzen Knochen weniger Knochenerde als die cylindrischen haben. Es scheint hieraus hervor zu gehen, dass, ist durch pathologische Verhältnisse die Menge der Knochenerde nicht annormal vergrössert, die Festigkeit der Knochen durch einen etwas grösseren Gehalt desselben bedingt ist. Besonders bei den Vögeln stellen sich diese Unterschiede deutlich heraus, und es kann theilweise die Eintheilung in natürliche Familien eben hierdurch nachgewiesen werden.

So haben z. B. die Raubvögel, welche vorzugsweise auf kräftigen und schnellen Flug angewiesen sind, im Humerus bedeutendes Uebergewicht der Knochenerde gegen das des Femur's, während bei den Scharrvögeln der Humerus gleichen oder geringeren Gehalt zeigt. Bei den Wadvögeln hat die Tibia mehr Knochenerde als das Femur, und der Humerus, da selbe doch vorzugsweise die Flügel gebrauchen, wieder mehr als beide; bei den Schwimmern ist Femur und Tibia fast gleich, und der Humerus zeigt nur wenig mehr.

---

*) Allgemeine Anatomie. Lehre von den Mischungs- und Formbestandtheilen des menschlichen Körpers, von Henle 1841.

Aber diese Unterschiede in der äusseren Gestalt der Knochen werden so wie durch ihre chemischen Eigenschaften, auch durch ihre Textur ausgesprochen. Die cylindrischen Knochen sind, mit Ausnahme der Gelenkköpfe, compact, während die kurzen Knochen blos aussen eine feste Rinde besitzen, und mit wenig Ausnahmen, im Innern aus einem durchlöcherten, zelligen Gewebe bestehen, und hierdurch vielleicht mehr Zähigkeit, sicher aber weniger Festigkeit besitzen. Die Zwischenräume dieses zelligen Gewebes, die Markzellen, stehen unter sich in Verbindung. Quecksilber in den obern Theil eines solchen zelligen Gewebes gebracht, läuft vollkommen durch dasselbe hindurch.

Diese Markzellen sowohl als die Röhren der cylindrischen Knochen, sind mit einem Bindegewebe ausgefüllt, welches in den spongiösen und zelligen Knochen aus einer röthlichen, gallertartigen Substanz, in den Röhrenknochen aber zum grössten Theile aus Fett besteht.

So viel mir bekannt ist, wurde das Markfett nur noch wenig untersucht, und eben so wenig die Substanz, welche die Zellen der spongiösen Knochen ausfüllt. *Berzelius* hat indess eine Analyse von beiden vorgenommen, welche ich hier anführen will

Er fand im Humerus eines Ochsen

Fett	96
Gefässe	1
Flüssigkeit ähnlich dem Fleischextract	3
	100

Die Substanz des zelligen Theiles eines Rückwirbels fand *Berzelius* dunkelbraun und halb erstarrt. Sie färbte sich an der Luft höher roth, und ich habe dasselbe jedesmal auch gefunden, wenn ich solche Knochen mit Wasser auszog. Sie coagulirte bei'm Kochen, war in Wasser vollständig lösslich, und schied dabei kein Fibrin aus.

Sie bestand aus

Wasser	75,5
Festen Materien	24,5
	100,0

Diese letzteren bestanden wieder aus denselben, welche durch Wasser aus dem Muskelfleische ausgezogen wird, nämlich Albumin, Fibrin, Extractivstoffen, Milchsäure und milchsauren Salzen, Kochsalz etc.

Die Fette, welche an den verschiedenen Stellen des Thierkörpers gefunden werden, müssen nach dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft, wohl als in verschiedenem quantitativen Verhältniss aus den Hauptfettarten Stearin, Elain und Margarin gemengt, betrachtet werden, wobei einzelne Fettarten, z. B. Cholerterin nicht in Betracht gezogen werden. Allein in wie ferne diess bei'm Knochenmarkfette der Fall ist, ist bis jetzt noch nicht untersucht worden. Jedenfalls erscheint selbes mit einer ziemlichen Menge Elain gemengt zu sein.

Bei dieser Gelegenheit kann ich nicht umhin, einen Punkt zu berühren, den ich schon früher*) zur öffentlichen Sprache gebracht habe. Es betrifft derselbe das Markfett der Vogelknochen. Man findet fast in allen naturgeschichtlichen Werken ohne weitere Modification ausgesprochen, dass die Vogelknochen markleer seien, und es scheint dieser Glaube allgemein verbreitet. So sagt Oken**), um nur ein Beispiel anzuführen: „Die ganze Bauchhöhle der Vögel ist von Rippen und einem ungeheueren Brustbein bedeckt, also von Organen, welche zum Athmen gehören; ja die Lungen sind wie ein Sieb durchlöchert, und die Luft hat freien Zugang in die ganze Bauchhöhle und sogar in die Knochen, welche hohl und ohne Mark sind.“

Diess ist im Allgemeinen der Ausdruck dessen, was man aller Orten hierüber findet, mit Ausnahme zweier Fälle, auf welche mich *Simon* aufmerksam gemacht hat. *Grant****) sagt nämlich: „Im jungen Zustande sind die Knochen der Vögel mit einem dünnen serösen Mark angefüllt, wie das der Reptilien, welches während des Wachsthumes durch den Zutritt der Luft bald in grösserem, bald in geringerem Umfange verschwindet.“

---

*) Beiträge zur physiolog. und patholog. Chemie etc., von F. Simon. B. I. 265.

**) Allgemeine Naturgeschichte B. VII. Abth. I. 4.

***) Vergleichende Anatomie p. 100.

Meckel *) aber sagt, dass keiner der unter des Ellenbogengelenkes befindlichen Knochen lufthaltig sei, und derselbe Fall finde bei den Knochen unterhalb des Kniees statt.

Diese letzte Angabe besonders stimmt fast gänzlich mit dem überein, was ich in dieser Beziehung gefunden habe. Ich habe bei jungen Vögeln alle Knochen mit einer Substanz ausgefüllt gefunden, welche wie *Grant* anführt, dünn und serös ist, sich aber doch nicht mit der vergleichen lässt, die in den kurzen Knochen der Säugethiere gefunden wird, da sie viel fetthaltiger ist. Sie nähert sich mehr der, die die Knochen neugeborner Säugthiere ausfüllt.

Bei den meisten Vögeln verschwindet diese Substanz, wenn sie erwachsen sind, aus der Clavicula und dem Humerus. Sperlinge wurden, ehe sie flügg waren, aus dem Neste genommen. Es waren alle Knochen mit der eben erwähnten Substanz angefüllt. Als die Thiere so weit erwachsen waren, dass sie nothdürftig fliegen konnten, war Humerus und Clavicula fast markleer, und nach einigen weiteren Tagen vollkommen markfrei. Aber ich glaube nicht, dass das Fliegen der Vögel durch das Markfreiwerden dieser Knochen bedingt ist, oder vielmehr, es ist diess bei einigen Arten sicher nicht der Fall. Junge Elstern, aus dem Neste genommen, zeigten eben so, wie die Sperlinge, vollkommen mit Mark erfüllte Knochen. Aber ein Exemplar, welches 5 Wochen lang in der Gefangenschaft erhalten worden war, nachdem die andern Thiere derselben Brut schon ausgeflogen waren, und welches ebenfalls vollkommen flügg war, hatte dennoch Mark im Humerus und der Clavicula. Junge Elstern, zu derselben Zeit geschossen und welche eben so gut wie alte Thiere derselben Art fliegen konnten, zeigten dieselbe Erscheinung. Alte Elstern hatten markfreien Humerus und Clavicula. Es verschwindet mithin in späterem Alter das Mark aus den bezeichneten Knochen, aber diess Leerwerden der Knochen ist kein Bedingniss der Flugfertigkeit.

Bei den Meruliden habe ich stets a l l e Knochen mit einem höchst fettreichen Marke erfüllt gefunden. Das Alter hatte hier

*) Vergleichende Anatomie B. II. Abth. II. 96. 133.

keinen weiteren Einfluss, als dass das Mark jüngerer Thiere weniger fetthaltig als das älterer war. Ein grosser Theil dieser Familie gehört den Strichvögeln an, und Exemplare, die bei uns im Winter und Frühlinge gefangen werden, sind mithin gewiss vollkommen flugfertig, aber dennoch sind, wie gesagt, alle ihre Knochen vollkommen mit Mark erfüllt.

Bei einigen Hühnerarten, und bei vielen Raubvögeln ist auch das Femur der älteren Thiere markfrei, indess nicht bei allen. Aber ich habe keinen einzigen Vogel gefunden, bei dem sich nicht *Meckels**Angabe vollkommen bestätigt hätte, dass alle Knochen unterhalb des Kniees und des Ellenbogens markhaltig seien.

Eine Verbindung des markfreien Humerus mit den Organen des Athmens nachzuweisen, ist mir nicht gelungen. Ich habe in diesem Bezuge zu Würzburg in *Scherers* Laboratorium mit Hrn. *Harless* Versuche angestellt, welche sämmtlich negativ ausfielen.

Wir durchsägten den frei präparirten, vollkommen markfreien Humerus alter Tauben so weit unten am Ellenbogengelenke, als es möglich war, und verbanden denselben mittelst gutschliessender Cautschukröhren mit einer Injectionsspritze, indem wir auf diese Weise gefärbte Flüssigkeiten in die Lungen und die zellulösen Säcke einzuspritzen versuchten. Aber diess gelang auf keinerlei Art. Wurde der Stempel der Spritze, ohne dass dieselbe mit Flüssigkeit gefüllt war, aufgezogen, so begab sich derselbe sogleich von selbst wieder in seine alte Lage, welches beweisst, dass auch nicht etwa gegen Innen schliessende Klappen die erwartete Verbindung herstellen. Diess war bei lebenden und todten Thieren der Fall.

Einer von uns unterband hierauf die Luftröhre eines noch lebenden Thieres, während der andere zu gleicher Zeit den schon vorher freigelegten Humerus öffnete. Es wurde genau die Zeit bemerkt, durch welche die Thiere in diesem Zustande lebten, und hierauf anderen Exemplaren die Luftröhre allein unterbunden, ohne den Humerus zu öffnen. Das Mittel dieser vergleichenden Versuche fiel vollkommen gleich aus. Einzelne Unterschiede, sich ehe noch in Bezug auf die Lebensdauer zu

Gunsten der Versuche neigend, wo der Humerus nicht geöffnet worden war, scheinen individuell gewesen zu sein, und betrugen höchstens wenige Sekunden.

Diese, wenn gleich nicht weit ausgedehnten, und blos mit einer Species angestellten Versuche, scheinen mithin zu beweisen, dass das Athmen der Vögel mit dem Hohlsein ihrer Knochen in keinem Bezuge steht, so wie aus allen übrigen Erfahrungen, die ich gemacht habe, und von denen sich Jedermann leicht selbst überzeugen kann, erhellt, dass bei weitem die überwiegende Mehrzahl der Knochen mit Mark erfüllt ist, und dass bei einigen Arten selbst gar kein Knochen markfrei angetroffen wird.

Die äussere Fläche der Knochen ist mit der Knochenhaut, dem Periosteum überzogen, welche bis an die mit Knorpel überzogenen Gelenkköpfe reicht. Durch die vielfachen feinen Oeffnungen desselben gehen Gefässe in's Innere des Knochens, welche seine Ernährung und den Stoffwechsel desselben bedingen. *Heine* in Würzburg hat höchst interessante Versuche in Betreff des Verhältnisses des Periosteums zum Knochen angestellt, und das zwar speciell in Bezug auf die Wiedererzeugung der Knochen. Aber da, wie ich glaube, diese Versuche noch nicht veröffentlicht worden sind, und ich von selben nur auf dem Wege der Privatmittheilung, und nicht von *Heine* selbst hiervon Nachricht erhalten habe, halte ich mich nicht für befugt, vorläufig weiter von selben zu sprechen.

Flourens hat in ähnlichem Betrachte in einer Mittheilung an die französische Akademie folgende Sätze aufgestellt.

Die Zerstörung der Markhaut des Knochens hat den Tod des Knochens, die Bildung einer neuen Markhaut und eines neuen Knochens zur Folge.

Der neue Knochen bildet sich zwischen der neuen Markhaut und dem Periosteum.

Die neue Markhaut und das neue Periosteum bilden anfänglich nur eine einzige Membran, die dick ist, und sich in mehrere Blätter theilen lässt.

Später wird durch den neugebildeten Knochen Markhaut und Periosteum getrennt.

Die innere Fläche der neuen Markhaut löst endlich den alten Knochen auf.

Ist die Markhaut zerstört, das Periosteum aber noch unverletzt, verdickt sich diess letztere und schwillt an. Auf der Fläche des Periosteums bildet sich eine knorpeliche Schicht, die sich weiter verbreitet, und der erste Anfang des neuen Knochens ist.

Auch beim gebrochenen Knochen geht die Neubildung vom Periosteum aus, und von Knorpel in Knochen über.

Es erhellt hieraus die Wichtigkeit des Periosteums und der inneren Markhaut für Stoffwechsel und Neubildung der Knochen.

An einigen Stellen ist das Periosteum mit einer Schleimhaut überwachsen, welche nicht von ihm zu trennen ist, so in den Zellen des Siebbeines, des Keilbeines, in der Stirn und Oberkieferhöhle.

Neben vielen kleineren arteriellen Gefässen, welche aus dem Periosteum kommen und in die feinen Gefässe des Knochens und in die Markkanälchen münden, führen auch stärkere Arterien dem Knochenmarke Blut zu. Bei den Röhrenknochen ist meist nur eine solche vorhanden, aber bei den spongiösen Knochen finden sich mehrere, jedoch schwächere. Diese Arterien werden von Venen begleitet, die das Blut wieder zurückführen.

Neben diesen grösseren venösen Gefässen sind auch, und das zwar vorzugsweise von *Breschet,* noch andere venöse Gefässe beobachtet worden, welche sich vorzugsweise in den platten Knochen vorfinden. Sie haben compacte Wände, und diese sind wieder mit feinen Oeffnungen versehen, welche Venenzweige aufnehmen, und haben im Ganzen das Ansehen der Blutgefässe, indem sie sich um solche verzweigen. Ich habe Gefässe in den menschlichen Schädelknochen gefunden, welche ich für die von *Breschet* beschriebenen halte, und eben so im Schädel der Maus und des Maulwurfes. Es waren diess bei Knochen, welche vorher nicht mit Wasser behandelt worden waren, mit Blut angefüllte Gefässe, von der mittleren Stärke der Markkanälchen, etwa 0.03 ‴ im Durchmesser. In den cylindri-

schen Knochen habe ich bisweilen ähnliche, mit Blut gefüllte Kanäle getroffen, aber viel seltener, als in den platten Knochen. Ich kenne die Angabe *Breschet's* nur aus dem schon angeführten Werke von *Henle*, da mir die Originalarbeit nicht zugänglich war; da aber dort die Grösse der von *Breschet* gefundenen, in Rede stehenden Gefässe nicht angegeben ist, weiss ich nicht mit Sicherheit, ob ich es etwa nicht mit andern Blutgefässen zu thun hatte.

So häufig, wie sie *Breschet* angibt, habe ich sie keinenfalls gefunden, und hauptsächlich nur da, wo wenig oder keine Markkanälchen vorhanden waren, und diess war hauptsächlich bei den ganz dünnen Schädelknochen kleiner Thiere der Fall.

Breschet führt an, dass sie das schwammige Gewebe und eben so die Rindensubstanz durchsetzen und an der Oberfläche ausmünden, indem sie sich zugleich verengen. Ich habe das bei den von mir gesehenen Blutgefässen nicht wahrnehmen können, ich habe indess gefunden, dass einige derselben an den Näthen der Kopfknochen sich trichterförmig erweiterten, während andere sich ebenfalls an der Nath sichtlich verengten. Ich habe übrigens auch ganz Aehnliches an den Markkanälchen gesehen.

Dass Nerven in den Knochen vorhanden, erhellt daraus, dass Knochenentzündungen von Innen ausgehen, und dass das Knochenmark empfindlich ist. Im Uebrigen sind solche bis jetzt von nicht vielen Beobachtern aufgefunden worden.

Markkanälchen.

Die Gefässe, durch welche, wie es mir scheint, die eigentliche Knochensubstanz vorzugsweise ihre Nahrung erhält, und welche mithin wohl hauptsächlich den Stoffwechsel des Knochens bedingen, sind die sogenannten Markkanälchen.

In den Röhrenknochen des Menschen, und das sowohl in grösseren, z. B. dem Femur, Humerus, Tibia, als wie auch in den kleineren, den Knochen der Hand und des Fusses, findet man unter dem Mikroskope cylindrische Kanäle, welche unter sich wieder durch engere Kanäle in Verbindung stehen und so ein Netzwerk bilden.

Dieses Netzwerk steht sowohl mit der inneren Markhöhle, als auch mit der äussern Fläche der Knochen in Verbindung, indem die Seitenkanäle sowohl, als auch bisweilen die grössern durch feine Oeffnungen dorthin ausmünden. Ich habe diese Ausmündungen theils trichterförmig, bisweilen, jedoch seltener, aber auch fein auslaufend gefunden. Man kann sich dieselben als Kanäle denken, welche mit der Markröhre parallel laufen, und welche durch gegenseitige Seitenverzweigungen mit einander verbunden sind, so dass Substanzen durch selbe sowohl von Aussen, von der Seite der Knochenhaut, in das Innere durch dieselben dringen können, als auch wohl ebenso wieder zurück.

Nach *Miescher* sind dieselben an der äusseren Oberfläche des Knochens enger, in der Nähe der Markhöhle erweitern sie sich, so dass sie sich in der Nähe der Markhöhle um das Drei- bis Vierfache ausdehnen und Zellen oder Blasen bilden, welche sich dann in die Markhöhle öffnen.

Das trichterförmige Auslaufen der engeren sowohl, als der weiteren Kanälchen hat *Miescher* ebenfalls gefunden. Meine Beobachtungen an cylindrischen Knochen stimmen hierin in so ferne mit denen *Miescher's* überein, dass ich die Markkanälchen in der Nähe der inneren Seite öfters erweitert und ausgedehnt gefunden habe, aber sonst durch den ganzen Querschnitt des Knochens ziemlich von gleichem Durchmesser.

Ich habe den Durchmesser der Markkanälchen der menschlichen Röhrenknochen gefunden zu 0.06 — 0.07 Millimetre, das heisst, den der Hauptkanälchen. In diesem Bezuge haben angegeben *Howship*: 0.06‴, *Miescher*: 0.014 — 0.037‴, *Krause*: 0.01 — 0.04‴, *Bruns*: 0.014 — 0.060‴, und diese Messungen beziehen sich wohl auf alle Seitenverzweigungen mit.

In der Nähe der überknorpelten Gelenkenden laufen die Markkanälchen in blinde Enden aus. Im gesunden Zustande sind die Durchschnitte derselben meist rund, bisweilen seitlich in die Länge gezogen, und diess findet vorzüglich da statt, wo sich selbe, wie z. B. in der Nähe des inneren Theiles der Knochen, zu Höhlen oder Zellen erweitern.

Tab. I. Fig. 1. zeigt bei 180facher Vergrösserung den Querdurchschnitt des menschlichen Humerus, Fig. 2 den Längs-

durchschnitt desselben Knochens. Es sind bei beiden Abbildungen a) die Hauptkanälchen, b) die Seitenverzweigungen derselben im Quer- und Längsdurchschnitte gesehen; c) ist ein schief vorlaufender Hauptkanal, der beim Querschnitt desshalb der Länge nach gesehen wird, während ein ähnlich vorlaufender im Längsschnitte die dort gezeichnete Form zeigen muss; d) ist ein ziemlich starker Seitenkanal, dessen beide Verlaufsenden aber durch das Schleifen entfernt wurden. Der Knochen ist von einem 25 jährigen Weibe.

In den platten Knochen finden sich beim Menschen vielfache Verzweigungen, welche sich ebenfalls nach der Form des Knochens zu richten scheinen, und wohl, wie ich es auch bei den cylindrischen vermuthe, die Hauptwege des Stoffwechsels sind. In den Scheitelbeinen, sagt *Henle*, laufen Längskanäle divergirend vom Tuber parietule zu den Rändern, in den Stirnbeinen ziehen sie vom Supraarbitul-Rande zur Kronennath, in der Scapula vom Halse zur Basis.

Diesen ganzen Längsverlauf habe ich nicht verfolgt, aber die starken netzförmigen Seitenverzweigungen deutlich wahrgenommen. Kleinere Durchschnitte zeigen indessen schon theilweise die Richtigkeit von dem, was *Henle* anführt.

Tab. I. Fig. 3 zeigt den Querdurchschnitt des Os occipitis des Menschen, und Fig. 4 einen Längsdurchschnitt desselben Knochens. Es lässt sich hier deutlich wahrnehmen, dass die Kanälchen der Länge nach von einem gewissen Punkte verlaufen, indem im Querdurchschnitte des Knochens auch die meisten Querschnitte der Kanälchen gesehen werden, während man beim Längsschnitte die Verzweigungen der Kanäle beobachtet. Ich habe durchschnittlich gefunden, dass die Kanälchen der Schädelknochen eines und desselben Individuums einen etwas grösseren Querdurchmesser, als die der cylindrischen Knochen, haben, der, wenn gerade auch nicht sehr bedeutend, doch bemerkbar erscheint.

In gesundem Zustande sind beim Menschen diese Kanälchen mit einer Substanz angefüllt, die bei durchfallendem Lichte dunkel, bei auffallendem helle erscheint. Die Kanälchen, die sich ganz oder theilweise leer zeigen, mögen wohl grössten-

theils durch das Schleifen ihren Inhalt verloren haben. Ich komme sogleich weiter unten auf dieselbe zurück.

Beim Fœtus erscheinen die Kanälchen unregelmässiger in der Form, als beim Erwachsenen und beim Kinde; sie haben einen Querschnitt, der sich weniger, wie dort, der cylindrischen Form nähert und von ungleicher Grösse ist.

Bei den Individuen, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, habe ich gefunden, dass so wie die Verknöcherung beginnt, welches bekanntlich bei den Röhrenknochen am Mittelstücke zuerst der Fall ist, sich auch die Kanälchen zeigen und dass selbe bei fortschreitendem Alter normaler werden. Bei einem neugeborenen, aber vollkommen reifen Kinde, habe ich selbe wie beim Erwachsenen gefunden, mit der Ausnahme, dass die Ränder derselben mir nicht so scharf begränzt erschienen. Bei einem 5jährigen Knaben war gegen die des Erwachsenen kein Unterschied zu bemerken.

Die relative Grösse der Knochenkanälchen ist bei den verschiedenen Thiergattungen nicht dieselbe. Die Beobachtungen, die ich hierüber angestellt habe, haben mir gezeigt, dass dieselbe nach der Grösse des Thieres abnimmt. Aber diese Abnahme steht nicht in gleichem Verhältnisse zu der Grösse des Thieres selbst, und ist desswegen nur bei ganz grossen und den kleineren Thiergattungen augenfällig.

Es zeigt Tab. I Fig. 9 den Querschnitt eines Femur des Ochsen, Fig. 5 den eines sehr alten Fanghundes von ausgezeichneter Grösse. Fig. 6 den Längsschnitt des Humerus eines Wolfes. Fig. 7 den Längsschnitt des Femur eines Maulwurfes und endlich Fig. 8 ebenfalls den Längsschnitt des Femur der Hausmaus.

Es gelang nicht, Querschnitte von diesen letzteren kleinen Knochen zu Stande zn bringen, indessen ist auch aus den Längsschnitten deutlich ersichtlich, dass der Durchmesser der kleinen Thiere bedeutend geringer, als der der grösseren.

Die Zahl der Kanälchen, welche in einem Knochen vorkommen, richtet sich natürlich nach dessen Dicke, denn da die Kanälchen, werden sie bei kleineren Thieren gleichwohl kleiner gefunden als bei grösseren, doch nicht im Verhältnisse der Grösse des Individuums abnehmen, so erhellt von selbst, dass

in einem Knochen mit dünnen Wänden weniger Kanäle verlaufen können, als in einem stärkeren Knochen. Uebrigens erscheint auch bei ein und derselben Art die auf gleicher Fläche, im Querschnitt gesehene Zahl von Markkanälchen nicht immer gleich, und es ist die Anzahl derselben mithin auch individuell. Ich habe bei verschiedenen menschlichen Individuen von ziemlich gleichem Alter, (zwischen 20—30 Jahren,) 34—50 Kanälchen auf der Quadratlinie gezählt. Es waren die ganz kleinen Kanälchen, die offenbar Verbindungskanäle waren, nicht mit gezählt, und bei keinem Individuum war eine Knochenkrankheit vorhanden.

Es war, wie schon gesagt, nicht möglich, Querschnitte von den Knochen ganz kleiner Säugethiere zu schleifen; aber die Transparens solcher ganz dünnen Knochenwände, erlaubte immer mit einiger Sicherheit die Anzahl der Kanäle zu schätzen, welche vom Periost an bis zur Markhöhle in einer Linie liegen. Ich glaube nicht, dass beim Maulwurf deren mehr als 4—5 verlaufen, und bei der Hausmaus kaum so viele.

Auf ähnliche Weise habe ich beim Schädel einer ganz kleinen Fledermaus und bei dem der Hausmaus keine Verzweigungen der Knochenkanälchen, oder doch wenigstens keine g e g e n s e i t i g e n Verzweigungen finden können, da die Dünne dieser Knochen es erlaubte, solche ohne sie vorher zu schleifen unter dem Mikroskop bei durchfallendem Lichte zu beobachten. Es schien mir, als münde ein und dasselbe Kanälchen mit der einen Seite gegen die äussere, mit der anderen gegen die innere Fläche des Knochens, ohne sich seitwärts zu verzweigen, kleine und selten vorkommende Ausläufe abgerechnet, welche übrigens nicht in gegenseitiger Verbindung standen. Es wäre vielleicht hier zu sagen, dass, wenn einerseits die geringere Stärke dieser Knochen die bei stärkeren Knochen vorkommende netzartige Verzweigung nicht erlaubt, diese letztere andererseits aber durch die Dünnheit des Knochens überflüssig gemacht wird, indem schon durch die einzelnen Kanälchen die nöthigen Wege für den Stoffwechsel gegeben sind.

Bei dem schon etwas stärkeren Schädel des Maulwurfes wurden radienartige Verzweigungen wahrgenommen, und eben

so war der Längsverlauf der Kanälchen auf ähnliche Weise, wie bei grösseren Thieren ersichtlich! —

Der Geweihknochen der Hirscharten zeigt Kanälchen, welche denen der übrigen Knochen entsprechen, aber ob gleich deren Verlauf wohl der Längslinie des Geweihes entspricht, ist doch ihre Verzweigung so vielfach, und so unter sich verästelt, dass solches trotz vieler Durchschnitte, die ich vom Cervus Capreolus sowohl, als vom Cervus Elaphus gefertigt habe, nicht durch solche deutlich ersichtlich war.

Tab. I Fig. 14 zeigt den Querdurchschnitt des Geweihes vom Cervus Capreolus. Da die Geweihe dieser Thiere weder eine eigentliche Markhöhle, noch, wenn sie fertig gebildet sind, ein Periosteum haben, so muss wohl die Einmündung aller Kanälchen vom Schädel aus geschehen, und auch durch selbe Ernährung und Stoffwechsel der Knochen bedingt sein, obgleich bei der Neubildung ein Periosteum unter dem sogenannten Baste, bei diesen Thieren vorhanden ist.

Der frisch gebildete Geweihknochen, der noch mit dem Baste bedeckt ist, zeigt ziemlich dieselbe Struktur, wie im ältern Zustande, nur haben die Markkanälchen einen grösseren Durchmesser.

Bei dem Hornzapfen der Hörnerträger sind ebenfalls die Verzweigungen der Markkanälchen häufig und ziemlich verworren, und ihr Durchmesser erscheint, wenigstens bei einem grossen Theile derselben, viel stärker als in den cylindrischen Knochen. Tab. I Fig. 13 zeigt den Hornzapfen vom Ovis aries im Querschnitte.

Ein Längsverlauf der Hauptkanälchen ist nicht zu verkennen. In den Hautknochen des Gürtelthieres, Dasypus niger, habe ich eine Bildung gefunden, welche sehr der der Markkanälchen entspricht, es ist Tab. I Fig. 15 der Längsdurchschnitt einer Gürtelschuppe bei schwacher Vergrösserung, Fig. 16 in derselben Vergrösserung, wie die anderen Durchschnitte abgebildet. Wie man dort sieht, ist die Verzweigung der Kanäle fast korallenähnlich, indem der in Mitte des Knochenplättchens befindliche Hauptkanal, sich vielfältig verästelnd, bis an alle Enden und eben so an die obere und untere Seite des Knochenschil-

des verläuft. Die Substanz, mit welcher alle diese Verzweigungen ausgefüllt sind, hat chemisch dieselben Eigenschaften, wie die in den Markkanälchen befindliche, nur scheint sie etwas mehr fetthaltig. Man könnte deshalb beinahe sagen, jener Hauptkanal entspreche der Markröhre cylindrischer Knochen oder der zelligen Substanz der kurzen.

Bei den Vögeln finden in Bezug auf die Markkanälchen im Ganzen genommen dieselben Verhältnisse statt, wie bei den Säugethieren. Indessen sind die Durchmesser der Kanälchen im Querschnitte kleiner, als diese; so war es wenigstens der Fall bei den Exemplaren, die ich untersuchen konnte.

Die Knochen des Schwanes und des Lämmergeiers waren die der grössten Vögel, die mir zu Gebote standen, und es zeigt Tab. II. Fig. 3 den Humerus des ersten im Querschnitte, Fig. 1 den Humerus des Lämmergeiers ebenfalls im Querschnitte, und Fig. 2 denselben Knochen im Längsdurchschnitte. Bei ganz kleinen Vögeln ist deutlich ersichtlich, dass der Durchmesser der Kanälchen ein geringerer als bei grösseren Thieren derselben Klasse ist; doch sind diese Unterschiede nicht so augenfällig, da schon, wie gesagt, auch bei grösseren Vögeln die Kanälchen enger als bei Säugethieren von entsprechender Grösse sind, während die der kleineren und kleinsten Vögel in Bezug auf die Grösse des Durchmessers nicht hinter den kleinsten Säugethieren zurückbleiben.

Ich habe die Markkanälchen des Sperlings, und die einer der kleinsten Trochilus-Arten, nicht kleiner gefunden, als die der Hausmaus.

In Bezug auf die relative Menge der Kanälchen findet derselbe Fall statt, wie bei den Säugethier-Knochen. Es haben dünne Knochen weniger Kanälchen, als stärkere.

Wie ich es bei den Säugethieren gefunden habe, verhalten sich auch hier die Kanälchen der Schädelknochen. Der Verlauf der Kanälchen ist bei stärkeren Thieren ein gegenseitig verzweigter und neigt mehr oder weniger zur Längsrichtung hin; während bei kleinen Arten derselbe quer durchgehend ist, und wenn gleich bisweilen sich der Durchgang durch den gedachten Querschnitt der Schädelknochen etwas schief zeigt, doch die Quer-

richtung vorherrscht, und keine gegenseitige Verzweigung verfolgt werden kann. Tab. II. Fig. 4 zeigt den nicht geschliffenen Oberschädel eines Sperlings, bei welchem diess deutlich wahrgenommen werden kann. Demselben ganz ähnlich war der des oben angeführten Trochilus. Ich habe beim Vogelknochen die äussere Begrenzung der Kanälchen stets sehr bestimmt und scharf gefunden.

Wie bei den Säugethieren und Vögeln, habe ich auch bei den Amphibien Knochenkanälchen gefunden.

Vielfältige, sowohl einzeln auslaufende kleinere, als auch gegenseitig verzweigte Verästelungen derselben, zeigte der Oberschädel der Ringelnatter. Dünne enge Kanälchen liefen in den Bauchrippen der Korallenschlange mit der im Innern der Rippe befindlichen zelligen, markhaltigen Substanz parallel, und waren, wie in den Röhrenknochen der Säugethiere, durch Seitenkanäle gegenseitig verzweigt.

Besonders deutlich und dem Durchmesser der menschlichen fast gleichkommend, habe ich sie an der Stelle gefunden, wo die Mittelfussknochen der Batrachier verwachsen sind. So bei *Rana esculenta* und bei der *Pipa*. Der stärkere Durchmesser dieser Knochen erlaubte hier ein Schleifen derselben.

Tab. II. Fig. 5 zeigt den Querdurchschnitt der oberen Schale der *Testudo graeca*. Obschon hier auch einige Kanälchen Querschnitte zeigen und mithin auf einen Längsverlauf deuten, ist doch die grössere Menge derselben seitlich, und es scheint der Hauptverlauf quer durch den Knochen statt zu finden.

Die Kanälchen in den Röhrenknochen der Schildkröte waren von gleicher Stärke, wie die der oberen Schale. Ich habe nicht Gelegenheit gehabt, Knochen von grösseren Amphibien zu untersuchen, aber ich zweifle nicht, dass die relative Stärke und die Menge der Kanälchen in ähnlichem Verhältnisse, wie bei den vorher abgehandelten Thierklassen, steht. Die ganz engen Durchmesser derselben bei kleineren Schlangen scheinen diess zu zeigen.

In den Fischknochen habe ich theilweise Bildungen getroffen, welche den Markkanälchen vollkommen entsprechen, theils

ihnen ähneln; andererseits aber habe ich auch wieder in anderen Fischknochen keine Spur von selben gefunden.

Zu diesen letzteren gehörten z. B. die Knochen des Kabeljau und die von einer Scholle. Es waren hier nur entweder unregelmässig gelagerte Risse und Spalten zu sehen, oder Knochenkörperchen, von welchen ich weiter unten sprechen werde. In den Dornfortsätzen der Rückenwirbel des Hechtes waren Kanäle befindlich, von welchen die grösseren, mit zwei bis dreifach stärkerem Durchmesser als die Markkanälchen des Menschen, vom Wirbelkörper aus, längs des Dornfortsatzes, ihren Verlauf hatten. Diese waren seitlich durch kleinere Kanäle verbunden, und bei den Querdurchschnitten, welche von den Knochen eines stärkeren Thieres hergestellt werden konnten, nahmen sich selbe, ihre stärkeren Dimensionen abgerechnet, so ziemlich wie die Markkanälchen der Säugthiere aus. Allein im Längsschnitte, und abwechselnd bei durchfallendem und auffallendem Lichte betrachtet, konnte man sehen, dass sie hohl waren und über die Substanz des übrigen Knochens hervorragten. Diese letztere war rissig, und es waren in derselben noch kleinere abgerissene Gefässe, hellere und dunklere Stellen und verschiedene andere scheinbare Erhabenheiten und Vertiefungen zu sehen, welche sich schwierig zeichnen und noch schwerer beschreiben lassen. Ich habe indess, so gut ich vermocht, einen Längsdurchschnitt dieses Knochens auf Tab. II. Fig. 8 gezeichnet.

Das Knochenschild des Hausen hat vollkommen ausgebildete Markkanälchen, welche so ziemlich, wie der Querschnitt zeigt, in einer Reihe an der äusseren Oberfläche desselben liegen. Es ist Tab. II. Fig. 6 solches in geringer, und Fig. 7 in derselben Grösse, wie die andern Durchschnitte gezeichnet. Der platte flache Knochen scheint aus Lamellen zu bestehen, welche flach über einander gelegt sind. Wenigstens ziehen sich mehrfache dunkle Streifen in der bezeichneten Richtung durch das Knochenschild und scheinen, wie die Zeichnung zeigt, in der Nähe, oder von den Kanälchen selbst, durch Krümmungen auszugehen. Die Kanälchen sind, wie die höherer Thiere, mit einer Substanz erfüllt, welche bei durchfallendem Lichte dunkel und bei auffallendem hell erscheint, und so wie dort durch das

Ausschleifen bei einigen verloren gegangen ist. Seiner Struktur nach scheint unter den Fischknochen das Knochenschild des Hausen den Knochen der höheren Thiere am meisten gleich zu kommen.

Das Knochenschild des Stör, Tab. II. Fig. 9 Querdurchschnitt, zeigt eine andere Struktur. Dunklere Flecke werden bei durchfallendem Lichte auf einer hellen transparenten Grundfläche gesehen; es sind solche bald grösser, bald kleiner, bald heller, bald dunkler, aber meist mehrfach unter sich verästelt, und senden auch solche Verzweigungen, radienartig auslaufend, in die erwähnten hellen Stellen des Knochens.

Der spitze hackenartig gekrümmte Dorn auf diesem Knochenschilde ist hohl, und erinnert an die Zahnstruktur. Sein Querschnitt, Tab. II. Fig. 10, zeigt Kanälchen, welche, wie diess bei den Zähnen der Fall ist, quer von der inneren Höhle nach der Oberfläche verlaufen. Doch sind solche sichtlicher unter sich verästelt, als diess bei den Zähnen der Fall ist. Diese Kanälchen scheinen theils mit irgend einer Substanz erfüllt, theils aber auch hohl zu seyn. Ich bedaure, dass ich weder von Stör, noch von Hausen andere Knochen habe erhalten können, als die so eben erwähnten Knochenschilde.

Knochenkörperchen.

Eine andere Bildung, welche in den Knochen gefunden wird, sind die sogenannten Knochenkörperchen. Theils scheinbar unregelmässig zerstreut, theils aber auch gewissen Richtungen folgend, findet man nämlich in den Knochenschnitten, welche man zu diesem Behufe möglichst dünn geschliffen hat, Flecke oder Zeichnungen, welche bei durchfallendem Lichte dunkel, bei auffallendem aber heller, als die übrige Masse des Knochens, gesehen werden.

Es erscheint indess hier nöthig, näher auf die zwei Hauptbestandtheile einzugehen, welche sowohl in chemischer, als auch in physiologischer Beziehung den Knochen bilden, auf die organische Substanz, den Knochenknorpel, und auf die anorganische, die Knochenerde.

Wenn man einen Knochen, z. B. einen Röhrenknochen, da an diesem das Folgende sich am leichtesten nachweisen lässt, mit verdünnter Salzsäure*) behandelt und die Säure, wenn sie wenig mehr auflöst, wechselt, bis endlich dieselbe durch kleesaures Ammoniak keine Spur von Kalkerde mehr zeigt, erhält man den Knochenknorpel in seiner ursprünglichen Struktur. Es hat zwar die Säure, wie sich chemisch nachweisen lässt, auch einen Theil der organischen Substanz aufgelöst, so dass eine quantitative Trennung des Knorpel's von der Knochenerde auf diese Art nicht zulässig erscheint, allein die Strukturverhältnisse scheinen sich nicht verändert zu haben. Dünne, mit einem scharfen Messer leicht herzustellende, Durchschnitte des so dargestellten Knorpels zeigen die oben beschriebenen Markkanälchen, welche aber ihre Ausfüllungsmasse verloren haben und hohl erscheinen. Um die Contoure der Markkanälchen verlaufen concentrische Streifen, deren Anzahl sich meist nach der Stärke des Markkanälchens richtet; nach *Henle* werden 4 — 12 solcher Streifen oder Ringe gefunden, und meine Beobachtungen stimmen vollkommen hiermit überein. Betrachtet man einen Längsschnitt desselben Knorpels, so sieht man den Markkanälchen, welche sich jetzt als in die Länge verlaufende Röhren darstellen, in gleicher Richtung ebenfalls Linien folgen, welche die Längsschnitte der im Querschnitt gesehenen Ringe sind. Es sind demnach die Markkanälchen mit einem vollkommenen Systeme solcher Röhren umgeben. Bei den Seitenverbindungen der Markkanälchen findet bisweilen der Fall statt, dass die den Hauptkanal begleitenden Linien über dieselben hinweg zu gehen scheinen; meist aber sind sie eben so von gleichlaufenden Streifen umgeben.

Zwischen diesem Röhrensysteme ziehen sich in mannichfachen Windungen Streifen derselben Art hindurch, demselben ausweichend, aber dasselbe nie durchkreuzend und bisweilen, vielleicht wohl nur scheinbar, unterbrochen. Diess scheinen

*) Ich habe während der ganzen Reihe von Versuchen, die ich in diesem und ähnlichem Sinne angestellt habe, mich stets der Salzsäure bedient, die ich mit 14 Theilen Wasser verdünnte.

Lamellen zu seyn, welche, so wie die ersteren, die einzelnen Markkanälchen umgeben, die innere grosse Markhöhle des Knochens umschliessen, oder den äussern Contour des Knochens bilden. Das heisst, ihr ganzer Verlauf folgt mehr oder weniger kreisförmig der rundlichen Form, welche durch den Querschnitt eines ganzen Knochens entstanden ist. Tab. I. Fig. 10 zeigt einen Querdurchschnitt, und Tab. I. Fig. 11 einen Längsdurchschnitt des Knochenknorpels eines Femur vom *Bos taurus.* Auf die Struktur dieser Lamellen, in so fern dieselbe bekannt ist, komme ich später zurück, und habe dieselben bloss hier erwähnt, um die Lage der Knochenkörperchen deutlich machen zu können.

Bei Querschnitten des Knochens werden dieselben als ovale oder länglich zugespitzte Flecke gesehen, welche bei durchfallendem Lichte dunkel wie die Kanälchen erscheinen. Es gehen von denselben feine Fasern oder Verästelungen aus, und das zwar vorzüglich von ihren beiden Enden, so dass das Körperchen durch dieselben verlängert erscheint, und diese Verästelungen verzweigen sich bisweilen gegenseitig. Aber bisweilen, z. B. in manchen pathologischen Fällen, und wohl auch beim scheinbar gesunden Knochen, erscheinen einzelne Knochenkörperchen ebenfalls hell, und man kann die radienartigen Verzweigungen dann wenig oder gar nicht wahrnehmen. Aehnliches ist bei dem auf die oben angegebene Art künstlich dargestellten Knochenknorpel der Fall. Man sieht bei Durchschnitten desselben, und vorzüglich bei Querschnitten, die Knochenkörperchen meist von runderer Form, als beim frischen Knochen, und hell; von Verästelungen aber oder radienartigen Ausläufen lässt sich nur selten eine Spur finden. Hat man den mit Salzsäure dargestellten Knochenknorpel mit Wasser gehörig ausgewaschen und behandelt ihn noch feucht, mit einer stark gefärbten Flüssigkeit, z. B. mit einer Auflösung von Berlinerblau in Kleesäure, und reinigt denselben wieder durch gelindes Abwaschen, so erscheinen die meisten Knochenkörperchen jetzt wieder dunkel, aber sie nehmen nicht ganz die Form wieder an, die sie vorher im Knochen zeigten, indem sie stets runder und hier und da an den Rändern ausgezackt erscheinen. Man kann auf diese Weise manchmal wieder eine Spur der radienartigen Ausläufe erkennbar machen, und

diess besonders an den beiden Enden desselben, wo sich nämlich die längliche Form desselben nicht gänzlich verloren hat; aber es gelang mir diess nur selten.

Dass die soeben beschriebenen Flecke oder Körperchen des Knochenknorpels die Knochenkörperchen des Knochen seyen, ist wohl keinem Zweifel unterworfen; aber es scheint sich durch das Einwirken der Flüssigkeit entweder ihre Form in etwas verändert zu haben, oder es war durch die ursprünglich in ihnen befindliche und durch die Säure entfernte Substanz ihre Form deutlicher sichtbar. Es fragt sich übrigens auch, ob gefärbte Flüssigkeiten so in die unendlich feinen Verzweigungen einzudringen vermögen, dass sie dieselben deutlich zu färben im Stande sind. Bei den fossilen Knochen, von welchen ich Durchschnitte habe schleifen können, habe ich meistens sehr, und oft noch deutlicher, als bei frischen Knochen, diese Ausläufe der Knochenkörperchen beobachten können, und eben so bei denen einer Mumie. Tab. II. Fig. 15 zeigt die Phalanx und Fig. 13 die Fibula vom *Ursus spelaeus* aus der Knochenhöhle von Hermenetz in Niederungarn, und Fig. 16 den eben so wie die beiden andern im Querschnitt gezeichneten Durchschnitt einer ägyptischen Mumie. Auch bei diesen Knochen können die Verzweigungen der Knochenkörperchen hauptsächlich da gesehen werden, wo die Körperchen selbst dunkel gefüllt erscheinen, und da bei den fossilen Knochen sowohl, als bei der Mumie, offenbar eine fremde Substanz einfiltrirt worden, bei den ersteren erdige Theile, bei der letztern, wie die Analyse ergab, Asphalt, so scheinen in sehr feinem aufgelösten Zustande, und vielleicht auch bedingt durch Zeitverhältnisse, doch Substanzen in die Verzweigungen und Ausläufe eindringen zu können und selbe sichtbarer zu machen.

Es können die Knochenkörperchen als linsenförmige Körper gedacht werden, deren platte Fläche meist dem Längsverlauf der Knochen folgt, und sie scheinen zwischen den vorher erwähnten Lamellen des Knorpels oder Knochens zu liegen. Diess ist deutlich ersichtlich an solchen Knochen, wo sie alle gefüllt und dunkel erscheinen, wie z. B. eben an den fossilen Knochen. Beim künstlichen Knochenknorpel treten die Lamellen selbst

deutlicher hervor, während die eben bezeichnete Lage der Körperchen weniger ersichtlich ist, als beim frischen Knochen. Man sieht bei solchen Knochen, dass die Körperchen gleich den Lamellen kreisförmig um die Markkanälchen gelagert sind, und dass ihre Ausläufe durch die Lamellen hindurch sich bisweilen vereinigen. Diejenigen Körperchen, welche nicht dem Contour der Markkanälchen folgen, sind wahrscheinlich zwischen denjenigen Lamellen befindlich, welche dem Contour des Querschnittes des ganzen Knochen folgen, und ihre Lagerung ist durch die Windungen bedingt, welche diese durch die, die Markkanälchen einschliessenden Röhrensysteme machen, und theils durch den Contour des Knochens selbst.

Diess ist recht deutlich ersichtlich bei manchen Knochen, wo die Kanälchen nicht sogleich von Aussen, vom Periosteum an, beginnen, und wo die Lamellen selbst mithin nicht den Kanälchen, sondern den Umrissen des ganzen Knochens folgen. Es zeigen hier die Knochenkörperchen eine viel längere Form, als jene, welche zwischen den einzelnen Röhrensystemen eingeschlossen sind. Sie haben wohl die doppelte Länge jener und stossen mit ihren beiden Längsenden bisweilen zusammen, so dass sie eine Linie zu bilden scheinen und gleichsam einen kräftigen Contour der Knorpel-Lamellen repräsentiren. Die radienartigen Ausläufe sind an den Längsenden am deutlichsten ausgesprochen, und durch sie ist wohl grösstentheils die Verlängerung der Körperchen bedingt, während aber doch auch seitliche Verzweigungen nicht fehlen, treten sie gleich nicht stärker hervor, als bei den weiter gegen die Markhöhle hin liegenden übrigen Knochenkörperchen, welche die Markkanälchen umgeben.

Die eben erwähnte linsenförmige Gestalt der Knochenkörperchen ist Ursache, dass ihre Grösse in den für die mikroskopische Beobachtung fein geschliffenen Knochenplättchen sehr verschieden erscheint, indem es darauf ankommt, ob das Körperchen in der Mitte oder an seinen Enden durchschnitten worden ist. Ueber die absolute Grösse der Knochenkörperchen hat *Henle* Folgendes angegeben. Er fand sie in der Rippe eines erwachsenen Mannes durchschnittlich 0.004‴ Länge und etwa

0.002‴ Breite. In den Röhrenknochen eines Rindes 0.0025‴ bis 0.0083‴ lang, in einem menschlichen Schädelknochen 0.006‴ bis 0.013‴ lang und 0.0010‴ — 0.0022‴ breit. *Miescher* fand ihre Länge 0.0048 bis 0.0072, ihre Breite 0.0017—0.0030 englische Linien. Ich habe sie nicht gemessen, aber ich glaube, dass man etwa 0.004‴ als die normale Grösse derselben annehmen kann, wenn man solche betrachtet, die in der Mitte der Peripherie durchschnitten und vollkommen mit Substanz erfüllt sind.

Ich habe zu finden geglaubt, dass die Knochenkörperchen aller Säugethiere sich in Bezug der Grösse so ziemlich gleichen, und dass nicht solche Unterschiede stattfinden, wie bei den Markkanälchen, wenigstens nicht in dem Verhältnisse, wie dort. Indessen habe ich die der Schädelknochen stets und bei allen Thieren etwas grösser, als die der übrigen Knochen, gefunden, und eben so fast jedesmal weniger helle und ungefüllte Körperchen dort angetroffen, als in den Röhrenknochen.

Was die Knochenkörperchen der Vögel betrifft, so kommen mir dieselben etwas kleiner, als die der Säugethiere, vor, und ihre Form war, wenn auch nicht rund, doch weniger in die Länge gezogen, als bei jenen, bei einigen fast dem Dreieck sich nähernd.

Die Knochenkörperchen der Amphibien erscheinen mir ebenfalls etwas kleiner, als die der Säugethiere; aber es war bei denselben die in die Länge gezogene Form wieder mehr vorherrschend, obgleich ich bei denselben auch nicht selten solche gefunden habe, bei denen eine seitliche Erweiterung vorherrschte. Ich habe, wie gesagt, die objective Grösse der Knochenkörperchen nicht gemessen, aber ich habe die relativen Grössen der verschiedenen Thierarten dadurch zu bestimmen gesucht, dass ich die Ränder der Durchschnitte jener Knochen, die ich vergleichen wollte, unter dem Mikroskope möglichst nahe zusammenbrachte, wo denn die gegenseitigen Differenzen wohl am besten wahrgenommen werden konnten.

Auf Tab. V. Fig. 1 sind Knochenkörperchen des Femur von Menschen, eines Mannes von 30 Jahren, abgebildet bei 430facher Vergrösserung. Fig. 2 Knochenkörperchen vom Oberschädel desselben Individuums. Fig. 3 solche vom Femur eines Ochsen. Fig. 4 vom Oberschädel der Hausmaus. Fig. 5 vom Humerus

des Lämmergeiers, Fig. 6 vom Oberschädel eines Trochilus, und Fig. 7 an der obern Schale der *testudo graeca.*

Ich muss hier anführen, dass *Serres* und *Doyére* die Bemerkung zu machen geglaubt haben, dass die Knochenkörperchen bei Lebzeiten des Thieres eine Flüssigkeit enthielten. Sie haben Lamellen von trockenen Knochen im Oelbade behandelt und sagen*): »die angeblichen Körperchen nehmen alsbald das Ansehen von schwarzen undurchsichtigen Flecken an, welche in der Mitte einen dunklen Punkt zeigen. Wer die Refraction der in eine Flüssigkeit getauchten Körper studirt hat, wird alsbald erkennen, dass nur ein Gas die hier vorliegende optische Wirkung erzeugen kann. Damit übrigens die Vermuthung zur Gewissheit werde, braucht man nur die Beobachtung fortzusetzen; denn bald verschwinden die schwarzen Linien, zuerst die feinsten, dann die stärkeren und endlich auch die Stellen, wo die Anastomose statt findet. Die Ecken der Körperchen runden sich ab, das Körperchen selbst zeigt sich bald nur noch als ein mikroskopisches Oval, endlich als eine einzige Kugel, in welcher Jedermann ein Luftbläschen erkennen wird, welches zuletzt auch verschwindet.«

Mandl **) entgegnet hierauf Folgendes: »Die Erscheinungen, welche eine Lamelle von trockenem Knochengewebe darbietet, die man in ein Oelbad setzt, sind nichts weiter, als die optischen Veränderungen, die sich an einem Gewebe zutragen, während es von dem undurchsichtigen Zustande in den durchsichtigen übergeht. Die Durchsichtigkeit verbreitet sich zuerst über die feinsten, dann über die stärkeren Linien, endlich über die Körperchen selbst. Allein man drückt sich nicht richtig aus, wenn man sagt, die Körperchen oder selbst die Linien verschwänden; sie lassen sich nur wegen ihrer Durchsichtigkeit viel schwerer erkennen.«

---

*) Comptes rendus d. l'Acad. d. S. T. XIV. p. 260, und: Neue Notizen aus dem Gebiete der Natur und Heilkunde v. L. v. Froriep. B. XXV. pag. 149.

**) Comptes rendus etc. T. XV. Nr. 26, und Froriep's Notizen B. XXV. p. 149.

Ich kann hier bloss *Mandl* beipflichten und füge noch hinzu, dass bei der Behandlung mit Oel nicht nur die Knochenkörperchen zum grössten Theile unsichtbar werden, sondern dass auch die dunkle Färbung der Markkanälchen viel schwächer und theilweise gänzlich verschwindet, welches ebenfalls davon herrührt, dass die Substanz, welche sich in ihnen befindet, durchsichtiger geworden ist. Auch die Knorpellamellen treten deutlich hervor. Wird übrigens nach der Behandlung mit Oel der Knochendurchschnitt mit Aether ausgekocht, so werden die Knochenkörperchen wieder sichtbar, und das zwar vollkommen deutlich und mit ihren Ausläufen versehen, und diess ist besonders der Fall, wenn sie nach dem Auskochen mit Aether schwach befeuchtet werden. Schon mit schwacher Vergrösserung aber, und mit auffallendem Lichte sieht man übrigens deutlich, dass die Knochenkörperchen keineswegs hohl, sondern mit einer weissen Substanz ausgefüllt sind.

Die Knochenkörperchen der Fische, oder die Bildungen, die ihnen analog seyn dürften, scheinen zu variiren. Ich habe zu wenige Fischknochen zur Disposition gehabt, um Unterschiede aufstellen zu können, welche vielleicht mehr oder weniger den natürlichen Familien dieser Thiere entsprechen würden, und ich muss mich daher begnügen, die vereinzelten Beobachtungen anzugeben, die ich zu machen Gelegenheit hatte.

Bei einigen Fischen, beim Hecht, bei einigen Cyprinus-Arten und bei einer kleinen Scholle, habe ich rundliche Körperchen von der Grösse der menschlichen Knochenkörperchen gefunden, welche aber nie die Ausläufe dieser zeigten und stets hell waren. Sie waren also hohl, oder wenigstens mit einer vollkommen durchsichtigen Substanz erfüllt.

In den der Schädelknochen von *Cobitis fossilis* fand ich dunkle Flecke, theils von der Grösse der Knochenkörperchen, theils etwas grösser. Sie erschienen körnig, aber sie waren nicht scharf begränzt, und wenn sie sich gegenseitig näherten oder vereinigten, so geschah diess nicht, wie bei den Knochenkörperchen, durch deutliche begränzte radienartige Verzweigungen, sondern bloss durch Verlängerung oder Ausdehnung der dunklen körnigen Substanz selbst und ohne scharfen Contour.

Von den vorher angegebenen scharf gezeichneten, oder durchsichtigen Körperchen des Hechtes oder der Karpfenarten war hier nichts zu bemerken. Tab. II. Fig. 13 zeigt ein nicht geschliffenes Stück des Oberschädels von *Cobitis fossilis.*

Die Fortsätze der Rückwirbel von *Muraena anguilla* zeigten ähnliche Flecken, aber es lagen einzeln zwischen ihnen zerstreut, schärfer begränzte Körperchen, die, ähnlich den Knorpelkörperchen höherer Thiere, an ihren Längsenden Ausläufe zeigten, die dunkel gefärbt waren und sich so den Knochenkörperchen schon mehr näherten.

Bei *Pleuronectes platessa* habe ich in einem Kopfknochen längliche Formen getroffen, welche sich theils zu wirklichen Kanälchen verlängerten, theils aber kürzer waren, spitz ausliefen, und sich auf diese Weise der Gestalt der Knochenkörperchen näherten. Sie lagen sämmtlich in ziemlich gleicher Reihenfolge und schienen meist durch die dünnen Ausläufe vereinigt, während ihre Gesammtrichtung dem Längsverlaufe des Knochens entsprach, und ihre Färbung war nur um weniges dunkler, als die sie umgebende Knochensubstanz. Tab. II. Fig. 12 zeigt diesen Durchschnitt.

Bei einer kleineren Schollenart, vielleicht *P. solea,* waren mehr rundliche und kleinere Körperchen vorhanden, auf ähnliche Art wie bei den Karpfen und dem Hechte sichtbar, und eben so wohl wie dort hell und nur durch den Contour von der übrigen Knochenmasse unterschieden.

In einem Wirbelfortsatze des Kabeljau habe ich ganz vollkommene Knochenkörperchen gefunden, was nämlich den grössten Theil derselben betrifft. Es waren dieselben dunkel und sichtlich mit einer körnigen Substanz angefüllt. Sie zeigt radienartige Verzweigungen, welche, wenn sie auch hauptsächlich an den Längsenden der Körperchen sichtbar waren, doch auch seitlich verliefen, und auch die durchschnittliche Grösse derselben kam jenen der Säugethiere gleich. Es waren indess, wenn gleich in geringerer Anzahl, auch kleinere und grössere Körperchen zu beobachten, und wenn ich mich nicht getäuscht habe, so waren die kleineren stets an den Enden zu beobachten, wo der Knochen dünner war, so wie die grösseren an dickeren Stellen des

Knochens. Diese grösseren Körperchen, welche bisweilen ganz nahe zusammen gelagert waren, hatten weniger deutlich ausgesprochene Contoure, obgleich noch in die Länge gezogene Form, und näherten sich in etwas den oben bei *Cobitis fossilis* beschriebenen Flecken. Eine allgemeine Stellung der Körperchen ihrer Längsrichtung nach, nach jener des Knochens, war deutlich zu erkennen, eben so wie öfters gegenseitige Verbindung desselben durch deren spitze radienartige Ausläufe an den Längsenden. Es zeigt Tab. II. Fig. 11 den eben beschriebenen Knochen, ungeschliffen. Ich muss bei dieser Gelegenheit bemerken, dass ich bei den Fischknochen öfters gefunden habe, dass durch das Schleifen die mikroskopische Struktur derselben in etwas verändert wird, wie mich kleine Stücke eines und desselben Knochens bei den gleichzeitigen Beobachtungen lehrten. Man findet die Kanälchen und Körperchen, wenn selbe vorher dunkel waren, nach dem Schleifen häufiger heller, als diess bei eben so behandelten Knochen von höheren Thieren der Fall ist, und auch die Form scheint verändert. Wahrscheinlich mag die weniger feste Beschaffenheit der Fischknochen hieran schuld seyn, wodurch dieselben auch bei vorsichtigem Schleifen leichter verletzt oder gedrückt werden. Vielleicht haftet auch die Substanz, welche die Kanälchen ausfüllt, weniger fest in ihnen, als bei anderen Knochen.

Eben so deutlich, und durchgängig den Knochenkörperchen höherer Thiere gleich, habe ich dieselben im Knochenschilde des Hausen gefunden, und habe schon oben erwähnt, dass diese Knochen sich in ihrer Struktur am meisten den Knochen höherer Thiere zu nähern scheinen.

Im Knochenschilde des Stör habe ich keine gefunden. —

Markkanälchen und Knochenkörperchen in pathologischen Knochen. — Osteomalacie.

Was das Vorkommen der Markkanälchen und Knochenkörperchen in krankhaften Knochen und in pathologischen Ossificationen betrifft, so hat man beide in den meisten Fällen gefunden, aber mit veränderter Form. *J. Müller* hat in sehr hohen Graden

von Osteomalacie Knochenkörperchen gefunden. Ich habe Knochen einer Frau von 75 Jahren zur Analyse erhalten, und Tab. III Fig. 9 zeigt den Querdurchschnitt der Tibia. Es waren die Knochenwände kaum 1''' dick, biegsam und die Markhöhle mit einem Markfette erfüllt, was bei gewöhnlicher Temperatur (+ 15—16° R.) zwar nicht aus dem Knochen träufelte, aber doch offenbar flüssiger als von gesunden Knochen war. Während ein Theil der Markkanälchen ihre gewöhnliche Form beibehalten hatte, waren andere bedeutend erweitert, so dass wohl an manchen Stellen sich mehrere Kanälchen zu einem grossen Kanale von unregelmässiger Form verbunden hatten. Die normalen Kanälchen erschienen gefüllt wie die gesunden Knochen, die erweiterten waren theils hohl, theils halbgefüllt. Wie schon die Analyse des äusserlich vollkommen gereinigten und vom Fette befreiten Knochen ergab, war derselbe dennoch sehr fetthaltig, indem durch Behandlung mit Aether aus demselben 8.56 pCt. ausgeschieden wurden. Dieses Fett war grösstentheils in den Markkanälchen abgelagert, denn wenn diese unter dem Mikroskope mit verdünnter Säure behandelt wurden, äusserte die letztere keinen Einfluss auf die Ausfüllungsmasse der Kanälchen, und es schien sich mit den Knochenkörperchen eben so zu verhalten. Wurde mit Aether behandelt, und alsdann Säure zugesetzt, so löste sich der Inhalt der Kanälchen auf, wie dies immer der Fall war. Aber durch den Aether wurde keineswegs alle Substanz aus den Markkanälchen entfernt, denn sie blieben nachher eben so dunkel, als sie vor der Behandlung mit Aether gewesen waren. Es war mithin die dunkle Ausfüllungsmasse der Kanälchen blos von Fett durchdrungen, damit getränkt. Einige Knochenkörperchen hatten noch ihre normale Form, waren aber heller als im gewöhnlichen Zustande, doch noch etwas mit dunkler Substanz erfüllt, andere waren von unregelmässiger Form und sichtlich leer, und kamen den Körperchen des künstlich dargestellten Knochenknorpels gleich. Die ganze Masse der Knochenkörperchen schien aber vermindert, und ein Theil derselben verschwunden oder unsichtbar geworden. Die Lamellen des Knochenknorpels waren um einige noch im normalen Zustande befindlichen Markkanälchen ersichtlich und auch

durch die Lage der Knorpelkörperchen angedeutet, aber ich kann nicht sagen, dass selbe viel deutlicher gewesen wären, als solches bei manchen gesunden Knochen ebenfalls der Fall war. Die ganze, zwischen den Kanälchen liegende Substanz war aber grösstentheils heller als beim gesunden Knochen und zeigte nur einzelne dunklere schwachkörnige Stellen. *)

Tab. III Fig. 7 zeigt den Querschnitt, und Fig. 8 den Längsschnitt eines andern Falles von Osteomalacie bei einer Frau von 83 Jahren. Der Knochen war stärker als bei dem vorigen Individuum, zeigte aber im Durchschnitte dieselben Erscheinungen unter dem Mikroskope wie der vorige. Es wurde das Femur untersucht. An dem vorliegenden Längsschnitte sieht man, dass die Kanälchen ganz mit dunkler Substanz erfüllt sind, und dass ihre Ausdehnung in die übrige Masse des Knochens ziemlich gleichförmig, und nicht etwa nur an einigen Stellen sich zu einzelnen Höhlen erweiternd, vor sich gegangen ist.

Noch einige Fälle von Osteomalacie verhielten sich diesen beiden, so eben angegeben, ähnlich, und es mochte nun der Knochen schon sehr stark geschwunden sein, oder die Knochenwände noch ziemliche Stärke zeigen, so waren doch immer noch einige scheinbar normale Knochenkanälchen anwesend, und die Erweiterung der andern überstieg nicht die derjenigen Fälle, welche in den beiden Zeichnungen angegeben sind.

C a r i e s.

Bei Caries treten ähnliche Erscheinungen ein. Ich habe Gelegenheit gehabt mehrere Fälle zu beobachten, wo es möglich war, Durchschnitte zu schleifen und solche unter dem Mikroskope zu beobachten.

---

*) Wenn ich hier und im Folgenden von „dunkler Substanz," dunkler Ausfüllungsmasse der Kanälchen und Körperchen spreche, so ist, wenn es nicht besonders bemerkt ist, die die Kanälchen ausfüllende Masse verstanden, die bei auffallendem Lichte hell, aber bei durchfallendem, bei welchem meist gearbeitet wurde, d u n k e l erscheint.

Bei den Handknochen eines Mannes, der mehrere Jahre an Syphilis litt und hierauf an Pneumonie starb, war Caries in ziemlich hohem Grade eingetreten. Der Metacarpus des Zeigefingers war am stärksten angegriffen. Es war derselbe an der äusseren Seite bis auf die Stelle der Markhöhle zerfressen, und diese selbst mit einer Substanz erfüllt, die viel phosphorsaure Kalkerde enthielt und so den am meisten angegriffenen Stellen des Knochens in der Struktur ähnelte, das heisst: das Mark war verschwunden und die Markhöhle war mit einer pathologischen Neubildung ausgefüllt, so dass kaum bei Durchschnitten die Umrisse desselben zu erkennen waren. Beide Gelenkköpfe waren stark, jedoch der hintere am meisten angegriffen. Die erste Phalanx des Zeigefingers war an der Oberfläche rauh, jedoch scheinbar weniger angegriffen als der Metacarpus. Tab. III Fig. 10 zeigt den Querdurchschnitt dieses letzteren an einer Stelle, die zwar auch stark angegriffen war, aber dennoch das Schleifen erlaubte. Auf ähnliche Weise wie bei Osteomalacie waren die Knochenkörperchen zwar noch sichtbar, aber leer, helle, mehr in die Breite gezogen, und von den radienartigen Fortsätzen derselben war nichts zu bemerken. Durch den Querschnitt zogen sich Höhlungen, die offenbar aus der Vereinigung mehrerer Markkanälchen entstanden waren, aber ich habe in diesem Falle, so wie in den andern von Caries, welche ich unter dem Mikroskope beobachtete, immer gefunden, dass diese Erweiterungen der Markkanälchen nicht wie bei Osteomalacie mehr kreisförmig, sondern stets in die Länge, nämlich dem Querschnitte nach gesehen, verliefen, und diese Richtung entsprach meist dem Contour der äusseren Knochenwand und dem der Markhöhle. Einzelne dunkle, bisweilen ziemlich grosse Flecke, körnig und unregelmässig rissig waren hier, und das zwar stärker als bei Osteomalacie auf der sonst hellen Grundfläche der Knochensubstanz zu bemerken, und scheinen mir so wie dort auf eine Zersetzung derselben zu deuten, die vielleicht die Erweiterung der Kanälchen verbreiten mag. — Obschon die Phalanx äusserlich weniger angegriffen erschien, als der Metacarpus, zeigte sie unter dem Mikroskope doch dieselben Erscheinungen wie dieser, und auch die Analyse, wie später

angegeben werden wird, zeigte fast vollkommen gleiche Zusammensetzung. Die Markhöhle derselben war mit einer röthlichen serösen Substanz erfüllt.

Ein anderer, in Bezug auf die mikroskopische Struktur des Knochens nicht uninteressanter Fall ist der Folgende. Bei einem Manne von mittleren Jahren entstand durch äusserliche Verletzung des Schenkels Caries am Femur.

Im Verlaufe der Zeit heilte die Wunde, der Kranke kam wieder zum vollkommenen Gebrauch des Beines, empfand keine Schmerzen mehr an demselben, und starb nach Verlauf von etwa 8 Jahren an einer anderen, mit dem früheren Uebel in keinem Bezug stehenden Krankheit.*) Bei der Section wurde der früher krank gewesene Schenkelknochen herausgenommen. Tab. III. Fig. 1. zeigt das herausgenommene Stück, so wie ich es erhalten habe. Die Dicke der Knochenwand betrug etwa 1‴ — 1.5‴, und diese waren, wie die Abbildung zeigt, an vielen Stellen bedeutend durchlöchert, während sie an den Rändern der Durchlöcherung mit vielfältigen Auswüchsen versehen waren. Die nicht durchlöcherte Knochenwand erschien fest und glänzend, und war mit freiem Auge vom gesunden Knochen nicht zu unterscheiden.

Ob im frischen Zustande noch Knochenmark in der Markhöhle vorhanden, wie sich die fehlenden Theile des Knochens, die Gelenkköpfe und die den Knochen begränzenden Weichtheile verhielten, habe ich nicht in Erfahrung bringen können. Der Querdurchschnitt dieses Knochens, Tab. III. Fig. 11, verhielt sich sowohl in der Nähe der durchlöcherten Stellen, als auch an den festen Wandungen desselben, der mikroskopischen Beobachtung gleich. Es zeigten sich einzelne Markkanälchen von normaler Grösse, aber die meisten derselben waren zu grossen, ebenfalls in die Länge gezogenen Höhlungen zusammengeflossen, welche, wie beim vorigen Falle, dem Contour des

*) Ich führe von diesem Falle an, was ich von demselben habe erfahren können. Den kranken Knochen habe ich etwa 15 Jahre nach dem Tode des Individuums erhalten, und so liessen sich die näheren Umstände nicht mehr genau ermitteln.

Querschnittes des Knochens folgten. Die kleineren dieser Höhlen waren mit dunkler Substanz erfüllt, die grösseren nur theilweise oder gar nicht, und wie sich bei Betrachtung des bloss durchschnittenen und nicht fein geschliffenen Knochens bei auffallendem Lichte ergab , war dieses Leersein desselben keine Folge des Schleifens.

Die Knochenkörperchen befanden sich im normalen Zustande, sie waren dunkel, und bei den meisten derselben konnten die Ausläufe wahrgenommen werden. Es scheint mithin, dass, nachdem das Fortschreiten der Knochenkrankheit aufgehört hat, die Markkanälchen in dem Zustande geblieben sind, in welchen sie durch dieselbe versetzt worden sind, wenigstens sich nicht wieder bis zur normalen Grösse verengt haben, während die Knochenkörperchen wieder ihr vorheriges Aussehen erlangten und wieder in ihre frühere Funktion getreten sind. Die übrige Substanz des Knochens, die beim vorigen Falle stellenweise dunkel und körnig gefleckt erschien , war hier vollkommen von demselben Ansehen, wie bei gesunden Knochen.

Knochenbrüchigkeit.

Ich habe Knochen von Thieren erhalten, die an Knochenbrüchigkeit litten, welche Seuche sich in neuerer Zeit in mehreren Gegenden Deutschlands , und besonders in einigen Bezirken Bayerns , auf eine bedrohliche Weise gezeigt hat. An diesen Knochen habe ich aber keine Abweichung in der Struktur gegen gesunde Knochen finden können. Die ganze Substanz des Knochen schien aber sich etwas vermindert zu haben, und diess war besonders bei den Röhrenknochen der Fall , welche dünner als die gesunder Thiere erschienen. Beim Durchsägen und bei Versuchen, dieselben zu zerbrechen, zeigten sie dieselbe Festigkeit, wie gesunde Knochen, und auch das specificirte Gewicht derselben variirte nicht. Eben so ergab die Analyse nur sehr geringe oder gar keine Unterschiede. Die Knochen kamen von einem und demselben Thiere, einer Kuh, und es ist wohl möglich , dass die Krankheit noch kein hohes Stadium erreicht hatte.

Verkümmerung des Knochens.

Bei einem anormal kleinen, verkümmerten Knochen vom *Lepus cuniculus* habe ich die Markkanälchen kleiner, als in den gesunden Knochen desselben Thieres gefunden. Es war Ulna und Radius des rechten Fusses schwach gekrümmt, etwa um einen halben Zoll länger, als die gesunden entsprechenden Knochen des anderen Fusses, und zu einem Knochen verwachsen. Der Durchschnitt zeigte, dass die Verwachsungsstelle durch eine Reihe starker Markkanälchen bezeichnet war, die grösser als die der gesunden Knochen waren, während die der Knochenröhre selbst kleiner, als im normalen Zustande, gesehen wurden. Die Knochenkörperchen waren häufig vorhanden, dunkel und vollkommen regelmässig.

Exostose.

Deutlich habe ich bei einer Exostose sowohl Knochenkörperchen als Markkanälchen beobachtet. Der Humerus eines jungen Huhnes von etwa 8 Wochen war mit einer äusserst voluminösen Geschwulst umgeben, welche bis dicht an die Gelenkköpfe reichte und sammt dem Knochen, nach dem Trocknen desselben, 7.322 Grammes wog. Diese Substanz war fast durchgängig fest und nur an einigen Stellen schwammig und von gelbweisser Farbe, wie der Knochen selbst. Die festeren Stellen erlaubten sehr wohl das Schleifen derselben, und es stellt Tab. III. Fig. 12 den Querdurchschnitt, nach der Richtung des Knochens genommen, dar, und Fig. 13 a den Querschnitt eines Stückes des Knochens selbst, so wie b die Ausfüllungsmasse des Markkanals, welche ebenfalls fest und knochenähnlich war. Die Geschwulst selbst zeigt, und es wurde solches durch mehrere, nach verschiedenen Richtungen des Präparates hingeführte Durchschnitte bestätigt, Kanälchen, die sich gegenseitig verzweigend und mannichfach gewunden verlaufen, wie denn auch die Zeichnung, Längs- und Querschnitte derselben auf einem kurzen Raum zusammengedrängt, zeigt.

Der Durchmesser der Kanälchen ist grösser, als solcher gewöhnlich bei den Vögeln erscheint, und sie sind mit dunkler körniger Substanz erfüllt. Zwischen denselben, scheinbar ohne regelmässige Lagerung, sind die Knochenkörperchen zerstreut, von welchen einige rundlich und helle erscheinen, andere aber die gewöhnliche Form, radienartige Ausläufe und dunkle Färbung zeigen. Die zwischen den Kanälchen und Körperchen befindliche Substanz ist theilweise wieder dunkler gefärbt, rissig, körnig, während andere Parthien helle und normalem Knochen ähnlich erscheinen.

Im Humerus selbst Fig. 13 a, finden sich nur wenige Kanälchen von normalem Durchmesser, die meisten sind erweitert, aber wie es scheint sehr gedrängt mit einer dunklen Masse ausgefüllt. Einzelne Knochenkörperchen erscheinen normal, andere leer wie beim Knochenknorpel. Die Zwischensubstanz ist unklar und körnig.

Die Substanz, welche in der Markhöhle an die Stelle des Knochenmarkes getreten ist, konnte nicht so vollkommen dünn geschliffen werden, als das Knochenstückchen selbst, indem sie zerbröckelte. Sie ist deshalb auf der Zeichnung etwas dunkler dargestellt, so wie sie im Verhältniss zum Knochen gesehen wurde. So viel sich erkennen lässt, scheinen auch in ihr verschlungene dunklere Kanäle vorzukommen, wenn gleich die Mehrzahl derselben einen Längsverlauf, jenen des Knochens selbst ähnlich, zu haben scheinen.

Necrose.

Bei necrotischen Knochen habe ich die Markkanälchen um das zwei- bis dreifache ihres normalen Durchmessers erweitert gefunden, aber solches fast regelmässig rund und nicht mit zerfressenen Rändern, ähnlicher der analogen Erscheinung bei Osteomalacie, als jener bei Caries. Die Knochenkörperchen waren normal, dunkel und mit vielen und deutlichen Ausläufen versehen.

Ich habe Solches in mehreren Fällen beobachtet. Z. B. bei necrotischen Knochenstückchen, welche während des ziemlich

langwierigen Verlaufes der Heilung eines Knochenbruches des Femur ausgestossen wurden.

Ferner bei Knochenstücken einer Tibia, auf ähnliche Weise erhalten, und bei einem Stücke der zweiten Phalanx, durch Eiterung während eines Panaritium aus gestossen.

C a l l u s.

Auch im Callus habe ich sowohl Markkanälchen als auch Knochenkörperchen gefunden, wie solches auch von andern Beobachtern z. B. von *Miescher* geschehen ist. Im Callus einer Pferds-Rippe Tab. III Fig. 5 zeigt die dunkle Stelle den Callus, die hellere, das Bruchende des Knochens an. Es wurde quer durch die verwachsene Stelle geschnitten, und so bald die Grenze zwischen Callus und Knochen gefunden: Auch hier war, wie oben bei der Exostose angegeben wurde, die frisch verknöcherte Stelle nicht wohl so vollkommen dünn zu schleifen als der Knochen, doch aber hinlänglich für die Beobachtung. Indessen ist der dunklere Ton des Callus nicht allein die Folge der grösseren Dicke des Präparates, denn Ränder, die sich bisweilen wohl so dünn als der Knochen selbst geschliffen zeigten, waren doch stets etwas dunkler als jener. Während man hier im Callus mehrere Kanälchen sieht, die denen im Knochen selbst gleichkommen, und eben so wie jene einen Längsverlauf nach der Richtung des Knochens zeigen, laufen andere quer und gewunden durch die neugebildete Substanz, wobei kleine Verästlungen und dunklere Stellen derselben häufig vorkommen. In einer grösseren heller gefärbten Parthie des Callus a, die bis auf eine kleine Strecke hin scharf begränzt ist und vollkommen dem Querschnitte eines Kanales ähnlich sieht, kommen Flecke vor, die jedenfalls Knochenkörperchen sind, so wie sie auch in andern Theilen der Neubildung gesehen werden, noch helle, nämlich wie im künstlichen Knochenknorpel und nur selten mit Ausläufen versehen. Ich habe auch an einigen andern Durchschnitten desselben Präparates diese Erscheinung wahrgenommen. In Längsschnitten habe ich sie nicht gefunden. Ich will dieselbe nicht erklären, aber schwer-

lich dürfte dieser Kanal oder diese Höhle den Funktionen der eigentlichen Markkanälchen entsprechen.

Ich hatte sechs Rippen ein und desselben Thieres erhalten, welche alle gebrochen und wieder verwachsen waren, und wie es der Richtung nach schien, alle zu gleicher Zeit, und habe mit denselben eben in Bezug auf Callus, verschiedene andere Versuche angestellt, welche nicht hierher gehören. Als ich indess eine desselben mit verdünnter Säure von der Kalkerde befreit, mit Wasser ausgewaschen, und hierauf längere Zeit in Weingeist aufbewahrt hatte, fand ich bei Durchschneidung derselben, dass die ganze Knorpelmasse des Callus sich gelb gefärbt hatte, während der Knochenknorpel heller und fast weiss geblieben war, und dieser Unterschied in der Färbung blieb auch an den ganz dünnen Durchschnitten kenntlich, die mit einiger Uebung aus dem von Knochenerde befreiten Knorpel sich leicht darstellen lassen. Es waren auf diese Weise leicht und nach allen Richtungen hin die Stellen zu erkennen, wo die Bruchenden mit der Neubildung verwachsen waren, und es konnte eben so wahrgenommen werden, dass mitten im Callus selbst Splitter des alten Knochens zerstreut und verwachsen waren. Dass diese letztere nicht etwa weiter fortgeschrittene Verknöcherungspunkte des Callus selbst waren, erhellte aus der Richtung, in welcher die Markkanälchen in ihnen verliefen, indem solche oft quer gegen den Längsverlauf des Knochens gelagert waren. An solchen Punkten und eben so an den Verwachsungsstellen selbst konnte sehr gut die Art beobachtet werden, wie sich die neuentstandenen Gefässe des Callus an die Bruchenden anschliessen. Tab. V Fig. 8 zeigt einen solchen Längsdurchschnitt bei 70 facher Vergrösserung. Durch die Markkanälchen des alten Knochens scheint derselbe an einigen Stellen mit der Neubildung verflochten, während an anderen starke Kanälchen des Callus sich an den alten Knochen angelagert haben, welche vielleicht durch feine Ausläufe mit demselben communiciren, was aber beim Knochenknorpel, wo solche feinere Gefässe meist unsichtbar werden, nicht beobachtet werden konnte.

Die Knorpellamellen waren beim alten Knochen deutlich sichtbar, bei der verworrenen Neubildung habe ich keine sehen können, die Knochenkörperchen erschienen wie gewöhnlich beim Knochenknorpel und hier, bei schwacher Vergrösserung nur als Pünktchen; ich habe beide in der Zeichnung weggelassen, da ich nur den Verlauf der Markkanälchen habe deutlich machen wollen. —

Im Callus der Tibia, bei einem sehr alten Exemplare von *Lepus Cuniculus*, haben die Markkanälchen einen Querdurchmesser, der dem des gesunden Knochens nur wenig an Grösse übertrifft. Doch entspricht der Verlauf aller, nicht wie dort, der Längsrichtung des Knochens, sondern es laufen solche auch quer über. Die Knochenkörperchen sind deutlich ausgesprochen, dunkel und theilweise mit Ausbrüchen versehen. Die zwischen den Markkanälchen liegende Substanz des Knochen war nur an einigen Stellen dunkler gefärbt und schwach körnig, sonst klar und wie der gesunde Knochen. Tab. III Fig. 6 stellt den Querdurchschnitt dieses Callus dar, dessen Alter nicht ermittelt werden konnte.

Ganz ähnlich verhielt sich Callus, der sich um das gebrochene Femur eines Feldhasen abgelagert hatte. Es war das Femur etwa im ersten Dritttheile seiner Länge, vom Becken aus gerechnet, gebrochen. Die Bruchenden waren aber nicht zusammen gewachsen, sondern es waren die Knochen blos durch ein um beide Knochenstücke gelagerte unförmliche Callusmasse seitlich verbunden, während das eine Bruchende, der grössere untere Theil des Femur, spitz und nur wenig abgerundet in den Muskeln steckte, und dort in einer, mit einer häutigen Membran ausgekleideten Höhle sich frei bewegte. Dieser Theil des Knochens war hohl, d. h. nicht mit Mark erfüllt, zeigte aber bis an die äussersten Bruchenden vollkommen normale Struktur unter dem Mikroskope, und nicht die Veränderungen, die wie ich oben anführte, necrotische Knochen an sich beobachten liessen. Der bis auf den Gelenkkopf ganz in Callus eingehüllte obere Theil des Knochens, war in der Markröhre gänzlich mit der Callusmasse ähnlicher Substanz ausgefüllt. Es zeigt Tab. III Fig. 2 den gebrochenen Knochen um

einen Theil des Beckens, während die nicht schraffirten Stellen die Callusmasse andeuten und den Verlauf der in selbe eingeschlossnen Knochen, wie selber durch mehrfache Durchschnitte klar geworden. Wie erwähnt, verhielt sich unter dem Mikroskope die Callusmasse der vorigen gleich, und das war an den Stellen, die bei der Analyse, welche weiter unten angegeben ist, mehr anorganische Substanz zeigte, vollkommen der Fall, während andere Parthien des Callus, bei welchen sich mehr organische Substanz vorfand, weitere Markkanälchen und dunklere verworrene Grundmasse zeigten.

Ich habe bei einigen Kaninchen, denen absichtlich und zu gleicher Zeit Röhrenknochen gebrochen wurden, die Bemerkung gemacht, dass ebenfalls bei älterem Callus und bei Vorherrschen der anorganischen Substanz der Durchmesser der Kanälchen sich verringert, während die Grundmasse heller wird und die Knochenkörperchen normaler erscheinen. Indessen war bei dem in Rede stehenden Falle bei *Lepus timidus* nicht etwa ein schichtenweises Zunehmen der anorganischen Substanz und damit verbundene normalere Struktur des Callus zu beobachten, sondern es waren einzelne, bald näher, bald weiter von Knochen entfernte Stellen, welche die bezeichneten Unterschiede zeigten.

Bei Vogelknochen habe ich ähnliche Erscheinungen getroffen. Tab. III Fig. 14 zeigt den Querdurchschnitt eines Callus der Tibia von *Tetrao perdrix,* a) die Callusmasse, b) den damit verbundenen Knochen. Es zeigt sich hier wieder dieselbe Erscheinung wie bei der oben erwähnten Rippe des Pferdes, dass nämlich einige der weiten Kanäle mit einer gegen die Grundmasse des Callus heller gefärbten Substanz ausgefüllt sind, und dass sich in denselben Knochenkörperchen wahrnehmen lassen. Bei einem Callus der Tibia bei *Psittacus cristatus*, welcher Knochen nebenher gesagt fast bei allen Papageyen, die lebend zu uns gebracht werden, gebrochen und wieder geheilt gefunden wird, habe ich die Kanälchen bedeutend enger als bei dem vorliegenden Falle beim Feldhuhn gefunden. Diess bestätigt die oben an den Kaninchen gemachte Erfahrung.

Bei einer Goldamsel, (*Oriolus galbula,*) welche durch einen Schuss verwundet wurde, indem durch ein Schrotkorn

die Mittelhandknochen zerschmettert wurden, hatte sich nach Verlauf von 16 Tagen eine bedeutende Callusmasse um die verletzten Knochen gebildet, und auch die Verletzung der Weichtheile schien vollkommen geheilt. Das Thier hatte, so lange es nach seiner Verwundung gefangen gehalten wurde, nur höchst spärliche Nahrung zu sich genommen, und war sehr wahrscheinlich Hungers gestorben, trotz dem aber hatte doch die starke Callusbildung statt gefunden. —

Knochenknorpel.

Es wurde schon oben des Knochenknorpels erwähnt, der organischen Grundlage des Knochens, der einzelnen Lamellen, welche die Markkanälchen umgeben, und der Knochenkörperchen, welche in demselben gefunden werden.

Man kann an macerirtem Knochenknorpel von Röhrenknochen, welche an ihrer Aussenseite nicht sehr viele Markkanälchen zeigen, leicht flache, einzelne Stückchen abziehen, welche aus mehreren solchen Lamellen bestehen, da hier dieselbe noch dem Contour des ganzen Knochens folgen und nicht so häufig um die Markkanälchen gelagert sind. Es ist mir nie gelungen, solche Lamellen einzeln zu erhalten, und nur selten solche, in welchen nicht Markröhrchen eingeschlossen gewesen wären. Diese letzteren waren dann stets als Röhren zu sehen, die sich gegenseitig verweigten, und auf oben angegebene Art von einem weiteren Röhrensysteme der Lamellen umgeben waren. Aber bei solchen Stückchen des Knochenknorpels, bei welchen nur ein kleiner Theil desselben durchschnitten, der grösste aber abgerissen wird, bemerkt man deutlich, dass das Markkanälchen nicht etwa durch das kleinste innerste Röhrchen der Knorpelsubstanz gebildet wird, sondern dass die Wände desselben durch eine eigene Substanz gebildet werden. Denn man bemerkt öfters solche Röhrchen frei über den Knorpellamellen hervor stehen, und kann wahrnehmen, dass ihre Wandungen einfach sind, aber dabei dicker als die einzelnen Knorpellamellen. Ich habe in einigen Fällen, besonders bei alten

menschlichen Knochen, die ziemlich fettreich waren, eine deutliche gelbe Farbe dieser letzten dickeren Wand des Markkanälchens beobachtet, wodurch deren Durchmesser besonders klar gesehen werden konnte. Vielleicht hat das Fett bei dieser Färbung eine Rolle gespielt.

Die einzelnen Lamellen des Knochenknorpels, welche am besten gemessen werden können, wenn seine Querschnitte etwas zusammen gedrückt werden, wodurch die Umrisse derselben deutlich hervortreten, sind von *Weber* auf 0.006—0 012‴, von *Miescher* auf 0.0027‴, von *Krause* auf 0.003—0.007‴, von *Bruns* auf 0.003—0003‴ geschäzt. *Köstlin* giebt sie zu $^1/_{4440}$ engl. Linien *) an.

Weber hat Rindsknochen untersucht, und es wären mithin die Lamellen dieser um ein Bedeutendes stärker als die des Menschen.

Ueber die Durchschnitte dieser Lamellen und mithin durch diese selbst, laufen feine Streifen oder Linien, welche vom Markkanälchen aus, das Röhrensystem der ersteren durchbrechen und es scheint also, als wären die Wände aller dieser Lamellen von feinen Oeffnungen durchzogen oder vereinigt. Diese Linien der Kanäle schneiden im Querschnitte des Knochens die concentrischen Streifen, welche die Markkanälchen umgeben, am Längsschnitte aber durchschneiden sie wieder rechtwinklich dieselben Streifen der Lamellen, welche jetzt, als parallele Linien dem Längsdurchmesser des Knochens folgend, gesehen werden.

Diese Kanälchen werden für die radienartigen Ausläufe der Knochenkörperchen und für Fortsetzungen derselben gehalten. Wenn ich Knochen, einerlei von welchen Thieren, so lange mit verdünnter Säure behandelte, bis der wieder gehörig ausgewaschene Knorpel keine, oder bei grösseren Quantitäten, die verbrannt wurden, nur höchst geringe, kaum wägbare Spur von Asche gab, habe ich von diesen Streifen nur wenig wahrnehmen können. Aber bei Durchschnitten von Knochenknorpel, welche nicht vollkommen von der Kalkerde befreit waren, habe ich sie

*) Die mikroskop. Forschungen von O. Köstlin. p. 139. Es steht dort $^1/_{4440}$ E. Z., was wohl ein Druckfehler ist.

sehr gut gesehen. Es verschwinden aber auch auf gleiche Weise die Fortsätze der Knochenkörperchen bei vollständigem Ausziehen des Knochens mit Salzsäure, und diess ist ein Beweis mehr für die Identität beider.

Dass aber durch die radienartigen Fortsätze der Knochenkörperchen jedenfalls die Lamellen des Knochenknorpels durchbrochen werden, ist sehr klar. Denn da man ein System von Röhren nachgewiesen hat, welches die Markkanäle umgiebt; da man den Durchmesser dieser Röhrenwände gemessen hat, und da man sieht, dass bei allen Querschnitten Fortsätze von den Knochenkörperchen auslaufen, die den Durchmesser, sogar mehrerer, solcher Röhrenwände übertreffen, so wäre nicht abzusehen, wie sie ihren Verlauf haben sollten, wenn man nicht annehmen will, dass sie geradezu die Knorpel-Lamellen, welche die Röhren bilden, durchbrechen.

Krause hat die Wände der Markkanälchen mit feinen Oeffnungen von 0.0006‴ Durchmesser besetzt gefunden, und glaubt, dass diese die Verbindung der Markkanälchen mit den so eben erwähnten Ausläufen der Knochenkörperchen seyen; und *Henle* meint bei dieser Gelegenheit, dass, wenn wirklich Pünktchen auf der Oberfläche der Markkanälchen gesehen wurden, es doch schwer festzustellen sey, ob solches blinde Enden der Ausläufe der Knochenkörperchen oder wirkliche Oeffnungen seyen. Am von Knochenerde befreiten Knorpel kann man kaum die Fortsätze der Körperchen selbst beobachten, welche sich doch als Linien darstellen, während sich die fraglichen Oeffnungen als Punkte zeigen müssen; am Knochen selbst, und an dem nur bis auf einen gewissen Grad mit Salzsäure behandelten Knochenknorpel sind die Röhren, die die Markkanälchen bilden, wenn es gelingt, sie frei zu legen, mit körniger Substanz erfüllt, und diese muss so die Beobachtung der von *Krause* gesehenen Oeffnungen sehr erschweren. Ich habe sie nie sehen können. Sehr starke Vergrösserungen bei auffallendem Lichte begünstigen vielleicht ihre Wahrnehmung.

Was die Wahrscheinlichkeit ihrer Existenz betrifft, so ist selbe kaum zu bezweifeln, und wäre meiner Ansicht nach zu vermuthen, wenn man sie sogar nicht gesehen hätte, wenigstens

lässt sich die Verbreitung der Kalksalze durch die ganze Masse des Knochens sehr ungezwungen auf diese Weise denken.

Die Struktur der einzelnen Knorpel-Lamellen beschreibt *Henle* glashell oder feinkörnig, bisweilen aber auch faserig, und diese einzelnen Fasern sind durcheinandergesetzt, um nicht auf längeren Strecken zu isoliren. Sie gleichen mithin den Faserknorpeln.

Miescher hat gefunden, dass die Knochenlamellen nicht bei Kindern vorkommen, sondern erst bei Erwachsenen deutlich als um die Markhöhle gereihte Röhrensysteme erscheinen. Ich habe beim Foetus und bei einem neugebornen, aber vollkommen ausgetragenen Kinde am künstlich dargestellten Knochenknorpel ebenfalls keine Lamellen wahrnehmen können, auch bei sehr sorgfältig dargestellten Durchschnitten. Indess war beim Kinde eine Lagerung der Knochenkörperchen um die Markkanälchen ringförmiger Gestalt, wenn auch nicht so deutlich wie beim Erwachsenen, dennoch sichtbar. Aber bei einem Knaben von 5 Jahren habe ich die Lamellen wie beim Erwachsenen auftreten gesehen.

Stoffwechsel der Knochen.

Dass die phosphorsaure Kalkerde sich im Knochen im Verhältnisse von 8 Atomen Kalk und 3 Atomen Phosphorsäure befindet, ist bekannt, und ich habe diese Zusammensetzung constant gefunden für die Knochen aller Wirbelthiere, für Neubildungen und alle pathologischen Fälle, welche ich untersucht habe. Eine andere Frage ist aber die, ob das Kalksalz im Knochen eine bestimmte Verbindung mit der Knorpelsubstanz eingegangen hat, oder ob es bloss mechanisch in demselben vertheilt ist.

Die Markkanälchen der Knochen und die Knochenkörperchen enthalten vorzugsweise Kalksalze, und das zwar neben dem phosphorsauren Kalke auch kohlensauren Kalk. Sie enthalten zwar auch Fett, denn wenn man Knochen, besonders solche, die ohnediess etwas fettreicher bei der Analyse sich ergeben, unter dem Mikroskop mit verdünnter Säure behandelt, bemerkt man anfänglich wenig oder gar keine Einwirkung. Hat man aber die Knochendurchschnitte vorher mit Aether erwärmt, so bemerkt man, dass sich zwar scheinbar die Ausfüllungsmasse der

Kanälchen und Knochenkörperchen nicht verändert hat, dass aber jetzt die Säure einwirkt. Es war also vorher die Ausfüllungsmasse mit Fett überzogen oder durchdrungen, und so vor der Einwirkung der wässerigen Säure geschützt. Sobald diess entfernt ist, beginnt sogleich bei Hinzufügung von Säure in den Markkanälchen und Knochenkörperchen eine Gasentwickelung, und dass solche vorzugsweise von den bezeichneten Stellen ausgeht, ist sehr gut wahrzunehmen, wenn man keine zu concentrirte Säure anwendet, und mithin die Gasentwickelung nicht zu heftig wird. Wäscht man mit Wasser und erneut die Säure, so werden endlich die Knochenkörperchen hell, wie die sie umgebende Zwischsensubstanz, und die Durchschnitte der Markkanälchen verlieren ebenfalls ihre Ausfüllungsmasse, erscheinen als Oeffnungen, und zu gleicher Zeit treten die concentrisch um selbe gereihten Knorpel - Lamellen hervor. Bei allen dem ist aber die Gasentwickelung nicht heftig genug, um glauben zu lassen, dass diese Ausfüllungsmasse allein aus kohlensaurem Kalke bestände*), welches bei dem geringen Gehalte mancher Knochen an diesem Salze ohnediess unhaltbar erscheint, obgleich ich gefunden habe, dass bei solchen, die viel davon enthielten, die Gasentwickelung stärker war.

---

*) J. Müller sagt in diesem Bezuge (Poggendorff's Annalen, Reihe II. B. 8. p. 329.) Folgendes: „Welcherlei erdige oder durch Säuren ausziehbare Bestandtheile die weisse Farbe der Knochenkörperchen und ihrer Kanälchen bewirken, lässt sich nicht ausmachen. In wässeriger Kohlensäure, welche fast kohlensauren Kalk löst, verändern sich die Körperchen und ihre Kanälchen nicht. Behandelte ich aber ganz feine Plättchen von Knochen, deren Knorpel durch Kochen mit Potasche grösstentheils ausgezogen war, unter dem Mikroskop mit sehr verdünnter Salzsäure oder Salpetersäure, so entwickelte sich regelmässig, wenn die Säure vom Rande aus die Körperchen erreichte, aus jedem etwas Luft, und zwar meist viel mehr, als die Capacität des Körperchens betrug." — Es hätte demnach doch fast den Anschein, als sey vorzugsweise kohlensaurer Kalk in den Knochenkörperchen abgelagert Aber es wäre wohl möglich, dass die Masse der die Körperchen ausfüllenden Substanz durch Rückstände der Potaschenlösung wäre vermehrt, und hierdurch der Kohlensäure Entwickelung bedingt worden.

Es scheinen demnach also die Kanälchen und Körperchen vorzugsweise die Kalksalze des Knochens und wohl auch die anderen anorganischen Substanzen zu enthalten, welche, wenn gleich in geringer Menge, in den Knochen gefunden werden. Aber auch in der Zwischensubstanz sind anorganische Stoffe befindlich, welches sehr deutlich nachgewiesen werden kann, wenn ein Knochenplättchen mit Kali oder mit kohlensaurem Kali gekocht wird, oder wenn man dasselbe glüht. Bei der Behandlung mit Kalien kann immer noch etwas organische Substanz zurückgeblieben seyn; hat man aber vollkommen ausgeglüht, so hat man es allein mit den anorganischen Bestandtheilen des Knochens zu thun. Ich habe Querschnitte von menschlichen und thierischen Röhrenknochen geglüht, und obgleich solche leicht springen und sich verkrümmen, wenn sie vorher sehr dünn geschliffen waren, so ist doch an kleinen Stückchen derselben, welche plan bleiben, noch hinlänglich Raum zum Beobachten. Es sind die so behandelten Knochen jetzt ganz weiss und auch in höchst dünnen Plättchen dennoch undurchsichtig. Es enthält also jedenfalls der zwischen den Kanälchen und Körperchen liegende Theil der Knochen auch Kalkerde. Aber Durchschnitte, die so dünn sind, dass sie stark durchscheinend, fast durchsichtig waren, werden jetzt vollkommen undurchsichtig, so dass sie nur bei auffallendem Lichte betrachtet werden können, obschon jedenfalls ihre Masse abgenommen hat. In welchem Zustande war die Kalkerde vorher, wo sie, bei Anwesenheit von organischer Substanz, durchsichtig erschien? Man muss zu einer anderen Lagerung der Atome seine Zuflucht nehmen, sey eine solche durch chemische Verbindung mit der Knorpelsubstanz bedingt, oder nicht.

Befeuchtet man mit Wasser, so werden die geglühten Durchschnitte wieder schwach durchscheinend; man kann dann die Knochenkörperchen sehen, welche wie die andere Substanz gefärbt sind und nur durch ihre Umrisse sich unterscheiden. *Müller* sagt, dass sie beim Trocknen zuerst dunkel würden, und hierauf die übrige Substanz, welche körnig erschien. Die Markkanälchen erscheinen jetzt nach dem Glühen weniger gefüllt als vorher. An den Wänden derselben hängt eine, wie es mir

schien, amorphe, etwas durchscheinende Masse, die indess bisweilen auch so ziemlich den ganzen Durchmesser derselben ausfüllt. Diess ist natürlich, denn da sie neben den Kalksalzen auch Fett und wohl auch organische Flüssigkeiten enthält, muss ihre Masse durch das Glühen verringert werden. Hat man so grosse plane Flächen der Querdurchschnitte vor sich, dass man mehrere Röhrensysteme der Markkanälchen übersehen kann, so bemerkt man, dass diese etwas erhaben sind, während die Parthien, welche die dem allgemeinen Umriss des Knochens folgenden Lamellen enthalten, vertiefter erscheinen. Die Stelle, wo das Markkanälchen beginnt, ist aber wieder vertieft, und das zwar so, dass es scheint, als habe die Substanz, die den eigentlichen Markkanal, die letzte Wand desselben, bildet, sich durch das Glühen etwas zusammen gezogen, während die Knorpellamellen, die den Markkanal röhrenförmig umgeben, sich ausgedehnt zu haben scheinen. Ich will nicht behaupten, dass die Wand des Markkanals aus einer Substanz besteht, die diese Eigenschaft besitzt, denn auch die einen grösseren Kreis beschreibenden Lamellen des Knorpels erscheinen unter demselben Verhältniss, und es wäre nicht wohl anzunehmen, dass auch diese vielleicht eine andere Zusammensetzung hätten, als die röhrenförmig gelagerten, allein ich führe an, was ich gesehen habe. Aber es ist wohl möglich, dass die Theile, die nach dem Glühen voluminöser erscheinen, mehr anorganische Substanz enthalten als die andern. Wenn die Durchschnitte nicht vollkommen durchgeglüht worden sind, und so unter das Mikroskop gebracht werden, kann man auch hier die lamellöse Struktur des Knorpels nachweisen. Denn in vielen Fällen sind die einzelnen Systeme, neben der Erhöhung derselben durch einen dunklen Rand begränzt, während die Ränder der Markkanälchen dunkler, bisweilen schwarz erscheinen. Ja ich habe zuweilen auch zwischen diesem äusseren dunkeln Rande und dem Markkanälchen mehrere dunkel gefärbte concentrische Streifen gesehen, welche offenbar die einzelnen Lamellen andeuteten. Man kann sich leicht überzeugen, dass diess keine Täuschung ist, etwa durch einen leeren Raum entstanden, denn wenn man die Perlen mit Wasser befeuchtet, so tritt die Erscheinung stärker

auf, die Streifen werden dunkler. Es ist aber die dunkle Färbung dieser Streifen von nicht vollkommen verbrannter Kohle entstanden, welche durch das Benetzen dunkler wird. Nimmt man ein grösseres Knochenplättchen, das halb verkohlt ist, und etwa grau erscheint, in gleiche Behandlung, so kann man sehr wohl sehen, dass selbes dunkler wird, wo es mit Wasser befeuchtet worden ist. Theilt man andererseits einen Durchschnitt, der unter dem Mikroskope die dunkle Streifung und die noch dunklere Färbung der Markkanälchen zeigt, in zwei Hälften, glüht die eine derselben stark aus, so ist an dieser Probe alle dunkle Färbung verschwunden, und kömmt auch durch Befeuchten nicht wieder zum Vorschein. Es sind also wahrscheinlich zwischen Lamellen, so wie in den Markkanälchen thierische Substanzen, vielleicht Flüssigkeiten eingeschlossen, oder circuliren vielmehr in denselben, die sich schwieriger verkohlen lassen als die Lamellen selbst.

Längsdurchschnitte von Knochen, die geglüht worden sind, verhalten sich auf ähnliche Weise.

Man sieht die Markkanälchen mit einer amorphen Substanz theilweise und unregelmässig angefüllt, und bei nicht vollkommen durchglühten Knochen kann man dunkle Streifung wahrnehmen, die parallel mit den Kanälchen verläuft, durch stärkeres Glühen verschwindet, und jener entspricht, die beim Querschnitt ringförmig auftritt.

Wenn man die Durchschnitte betrachtet, die man erhält, wenn die frischen Knochen durch Säure von aller anorganischen Substanz befreit worden ist, könnte man auf den ersten Blick glauben, dass die Kalkerde nur in den Markkanälchen und Knochenkörperchen vertheilt, im Knochen befindlich sei, untersucht man aber den geglühten Knochen, so geräth man in Versuchung, das Gegentheil zu glauben, denn jetzt erscheint die Zwischensubstanz dichter, erdehaltiger, als die Kanälchen und Körperchen. Mag aber in diesen letzteren auch organische Substanz neben anorganischer vorhanden sein, so scheint doch jedenfalls eine innigere Verbindung, wenn gleich keine chemische, in der Zwischensubstanz, die durch die Knorpellamellen vertreten wird, statt zu finden.

Welches aber sind, mit besonderer Rücksichtnahme auf die grosse Menge von Kalksalzen im Knochen, die Gefässe, durch welche sein Stoffwechsel bedingt wird?

Ich glaube vorzugsweise die Markkanälchen und dann die Knochenkörperchen. Dass die Knochen einem lebhaften Stoffwechsel unterworfen sind, geht aus vielen Erscheinungen und Versuchen hervor, von denen ich zuerst die bekannten mit Krapp anführen will. Wird Krapp in eine Lösung gebracht, die phosphorsauren Kalk enthält und letzerer gefällt, erhält man einen rothen Niederschlag, da zugleich mit dem Kalke ein Antheil des Farbstoffes niederfällt. Hievon kann man sich schnell überzeugen, wenn man Krapp mit Ammoniak auszieht, und mit dieser Flüssigkeit die Lösung des phosphorsauren Kalkes in Salzsäure, oder auch eine salzsaure Lösung vom Knochen füllt. Ebenso verhält sich phosphorsaure Talkerde. Setzt man einer Lösung von Kalk in Salzsäure die ammoniakalische Krappflüssigkeit zu, so erhält man einen tief purpurrothen Niederschlag, der viel intensiver gefärbt ist und schneller fällt, als jener, den man durch reine Salzsäure erhält, und ebenfalls Kalkerde enthält. Ein dem durch Füllen des phosphorsauren Kalks erhaltener ähnlicher Niederschlag wird erzeugt, wenn eine salzsaure Lösung des Kalkes mit Krapplösung, und hierauf schnell mit Kleesäure versetzt wird. Aus allem diesen erhellt die Verwandtschaft, welche die Kalkerde zum Krapp hat.

Füttert man nun Thiere mit Krapp, so färbt sich die Kalkerde der Knochen roth und diese Färbung tritt von Aussen nach der Markhöhle zu ein.

Diess haben *Flourens* und *Duhamel* durch Versuche dargethan, und sie haben dabei gefunden, dass, wird die Fütterung des Thieres mit Krapp nicht fortgesetzt, die äusseren Schichten des Knochens wieder weiss werden, während die mit Krapp gefärbte, weiter gegen Innen fortschreitet, und an der Markhöhle des Knochens endlich verschwindet. Bei wechselweise Krapp haltigem und gewöhnlichem Futter zeigte der Querschnitt des Knochens rothe Ringe, mit dazwischen liegenden weissen Schichten.

Als ich Kaninchen mit Krapp, der unter ihr gewöhnliches Futter, gehackte Rüben, gemengt wurde, fütterte, bemerkte ich nach 3 Tagen mit freiem Auge die Knochen noch nicht verändert, doch war das Knochenmark tief dunkelroth gefärbt, aber die Thiere berührten ihr Futter nicht weiter und starben Hungers.

Ich habe hierauf, wie es schon *Blumenbach* angegeben hat, die Thiere mit Pillen gefüttert, die aus Brodteig und Krapp bestanden, wozu denselben noch nebenher ihr gewöhnliches Futter gereicht wurde. Da ich diese Versuche sowohl auf alte als auch auf junge Thiere auszudehnen wünschte, aber keine ganz jungen Kaninchen zu jener Zeit erhalten konnte, so habe ich hiezu Tauben verwendet.

Was ich gefunden habe, ist Folgendes:

Als eine junge, noch nicht flügge Taube 4 Grammen Krapppulver in Brodteig erhielt, und 3 Stunden darauf getödtet wurde, fanden sich die Knochen des Flügels und des Fusses, mit freiem Auge gesehen, vollkommen roth gefärbt, und an den Gelenkköpfen erschien diese Färbung noch etwas lebhafter. Unter dem Mikroskope zeigte sich, dass die Markkanälchen am tiefsten roth gefärbt waren. Um diese herum lagen etwas heller gefärbte rothe Kreise, in ähnlicher Form wie die Knorpellamellen des künstlich dargestellten Knochenknorpels, sodann kam ein schmaler fast weiss gefärbter Kreis, der wieder von den rings um denselben liegenden dunkleren Ringen begränzt wurde.

Bei den Schädelknochen desselben Thieres waren die Markkanälchen, die hier sehr gut in ihrem Längsverlaufe bei durchfallendem Lichte gesehen werden konnten, sehr schön hellroth gefärbt, und sahen wie injicirt aus. Knochenkörperchen aber und die zwischen beiden liegende Substanz erschienen ungefärbt. Eine andere junge Taube, von demselben Alter, wurde täglich mit 6 Grammen Krapp gefüttert, und nach 3 Tagen getödtet.

Die Knochen waren noch tiefer roth, als bei der vorigen gefärbt. Auch hier erschienen die Querschnitte der Markkanälchen in den Flügel- und Fussknochen tief dunkelroth, aber die Zwischensubstanz war gleichmässig, wenn gleich etwas heller roth gefärbt. Schleift man Durchschnitte solcher Knochen,

so verschwindet die Färbung fast gänzlich und man kann daher nur bei auffallendem Lichte beobachten. So viel ich bei der so zulässigen Vergrösserung gesehen habe, hatten die Knochenkörperchen stets die Farbe der sie umgebenden Theile des Knochens, und waren nicht, gleich den Markkanälchen, dunkler roth gefärbt. Diess war bei den Kopfknochen dieser Taube deutlich zu bemerken, wo die zwischen den Markkanälchen liegende Substanz und die Knochenkörperchen ebenfalls, jedoch nur sehr schwach röthlich gefärbt erschien.

Während aber bei der ersten Taube der ganze Querschnitt der Knochen der Extremitäten gleich roth gefärbt erschien, mit Ausnahme der durch die ganze Fläche in gleicher Nuance auftretenden helleren Ringe als äusserste Gränze der anscheinend vom Markkanälchen ausgegangenen Färbung, erschien hier an dem äussersten Rande des Knochens, am Periosteum, ein tief dunkelrother Streif. Längsschnitte dieser stark gefärbten äusseren Schicht zeigten, dünn geschliffen, bei durchfallendem Lichte wieder die zwischen den Kanälchen liegende Substanz, und die Knochenkörperchen nur sehr schwach roth gefärbt, doch stärker als weiter gegen Innen.

Bei alten Tauben und bei eben solchen Kaninchen habe ich theilweise andere Erscheinungen gefunden. Das Knochenmark der nur zwei Tage mit Krapp gefütterten Thiere war auffallend roth gefärbt, und selbst bei jenen, die anfänglich Hungers gestorben waren, am Knochen selbst aber zeigt sich noch keinerlei Färbung. Nach 4tägigem Krappfutter aber waren, ähnlich den bei den Tauben, die Markkanälchen der Extremitäten-Knochen roth gefärbt, auch erschien das Fleisch dieser Thiere, das bekanntlich sonst weiss ist, jetzt ebenfalls dunkelroth. Die Kopfknochen waren nicht verändert. Bei fortgesetzter Krappfütterung an anderen Individuen, erschienen endlich auch die von andern Beobachtern gesehenen Ringe, die von Aussen nach Innen im Querschnitte des Knochens fortschritten. Ich habe aber nie an dieser ringförmigen Färbung, die von Aussen eintrat, einen Unterschied bemerken können, so dass z. B. die Knorpellamellen um die Markkanälchen stärker gefärbt gewesen wären.

Während der mit Mark erfüllte Humerus junger Tauben sich eben so schnell, als wie die übrigen Röhrenknochen, roth färbte, blieb der markfreie Humerus alter Thiere sehr lange unverändert, und selbst die Markkanälchen desselben färbten sich geraume Zeit später, als die der übrigen Knochen, und selbst als die der Kopfknochen. Nach 4 wöchentlicher Fütterung war an der Aussenseite des Humerus ein schwacher gelbröthlicher Ring sichtbar, den man wahrscheinlich nicht beachtet hätte, hätte man nicht gewusst, dass dem Thiere ein besonderes Futter gereicht worden wäre.

Roth gefärbte Knochen, die mit verdünnter Salzsäure von der Knochenerde befreit werden, verlieren ihre Färbung vollkommen. Bringt man aber feuchten Knochenknorpel in eine wässerige oder ammoniakalische Krapplösung, so färbt sich derselbe bald roth, durch verdünnte Säure aber wird die Färbung gleichfalls wieder entfernt. Da es schon längst bekannt war, dass die Knochen durch Krapp roth gefärbt werden, so hätte ich die vorstehenden Versuche nicht angestellt, wenn ich nicht die Hoffnung gehegt hätte, durch mikroskopische Beobachtung der gefärbten Knochen vielleicht auf ein Resultat zu kommen, welches über den Stoffwechsel der Knochen Aufschluss geben würde, in Betreff der Gefässe, durch welche derselbe stattfindet; und wenn ich andererseits nicht geglaubt hätte, einige Aufschlüsse über die Art zu erhalten, wie die Knochenerde im Knorpel abgelagert ist, oder ob eine chemische Verbindung beider stattfindet.

In Betreff des Stoffwechsels scheint hervorzugehen, dass allerdings die Markkanälchen die Wege sind, auf welchen er vorzugsweise stattfindet, denn solche färben sich im Knochen zuerst roth ab, aber das Knochenmark ist schon roth gefärbt, ehe sich noch eine Färbung der Kanälchen zeigt. Demnach schiene die Färbung desselben durch andere Gefässe verursacht worden zu seyn, und vom Marke aus sodann ein Eintreten der ernährenden Substanzen in den Knochen statt zu finden. Hiergegen spricht aber, dass die Färbung der ganzen Knochensubstanz bei alten Thieren von Aussen beginnt. Die eigentliche Umwandlung der neu zugeführten Theile, ihr Ver-

wandelt-Werden in Knochensubstanz geht also bei diesen an der Oberfläche des Knochens vor sich.

Dass aber das Mark aktiv zum Stoffwechsel beiträgt, dass es nicht bloss etwa die vom Periosteum her zugeführten Theile, die durch die Markkanälchen im Knochen circulirt haben, aufnimmt und auf anderem Wege wieder entfernt, dafür scheint zu sprechen, dass die Färbung des markleeren Humerus bei alten Vögeln so langsam vor sich geht. Es müssen also hier wohl Wechselwirkungen stattfinden, welche durch ähnliche Versuche nicht erklärt werden können.

Die schnelle Färbung der Knochen junger Thiere bestätigt die alte Erfahrung, dass der Stoffwechsel bei jungen Individuen bedeutend rascher vor sich geht, als bei älteren; denn diese Erscheinung gänzlich auf Kosten der Neubildung, im strengen Sinne des Wortes, zu setzen, halte ich nicht für zulässig, wenn ich gleich glaube, dass sie zum grössten Theile durch solche hervorgebracht worden ist. Junge Tauben, die 4 Grammes Krapp auf einmal erhalten hatten, zeigten, nachdem sie durch 8 Tage mit krappfreiem Futter gefüttert worden waren, noch dieselbe oder doch nur kaum merklich geringere Färbung, als solche, die wenige Stunden nach dem Genusse der färbenden Substanz getödtet worden waren.

Ich bemerke hier noch, dass *Mandl* in der oben angeführten Abhandlung anführt, dass die Knochenkörperchen bei den mit Krapp gefütterten Thieren intensiver roth gefärbt seyen, als die sie umgebende Substanz; ich habe aber, wie ich schon erwähnte, diess nicht finden können.

Weitere auf den Stoffwechsel der Knochen bezügliche Versuche wurden von *Chossat* *) angestellt, und ich will wörtlich anführen, was derselbe angibt:

„Die interessante Frage, welche in der Sitzung am 21. Februar in der (Pariser) Akademie der Wissenschaften abgehandelt ward, veranlasst mich, letzterer allerdings früher, als ich es sonst gethan haben würde, das Resultat von Versuchen über

*) Comptes rendus de l'Académie des Sciences. Séances du 21. Mars 1842, und Froriep's Notizen B. XXIII. 291.

denselben Gegenstand mitzutheilen, um meine Ansprüche auf Priorität zu constatiren.

Die Physiologen, welche sich in der letzten Zeit mit der Ernährung des Knochensystems beschäftigt haben, sind sämmtlich in den Fusstapfen *Duhamel's* getreten, d. h., sie haben die Veränderungen beobachtet, welche die Fütterung mit mehr oder weniger stark mit Krapp versetzten Nahrungsmitteln in dem Ansehen des Knochengewebes zuwege bringt. Der von mir eingeschlagene Weg ist durchaus ein anderer und führt mehr gerade zum Ziele. Bei meinen Versuchen über die durch besondere Fütterungsarten veranlasste Erschöpfung hatte ich Gelegenheit, mich davon zu überzeugen, dass die Tauben eines Zusatzes von kalkigem Stoffe bedürfen; dass sie mit den von Natur in letzteren enthaltenen Kalktheilen nicht ausreichen. Da diess anfangs nicht sehr stark hervortretende Bedürfniss später höchst gebieterisch ward, so erkannte ich hierin einen Fingerzeig, und ich studirte nun die Wirkungen, welche aus der Erziehung dieses Zusatzes an kalkigen Stoffen entspringen würden. Auf diese Weise gelangte ich zu Resultaten, die mir sehr interessant scheinen.

Meine Versuche umfassen eine sehr beträchtliche Zeitdauer; manche haben gegen zehn Monate in Anspruch genommen, und diejenigen, mit denen ich eben jetzt beschäftigt bin, werden noch viel länger dauern. Gerade dieser Umstand ist es, welcher mich bis jetzt verhindert hat, eine zur vollständigen Begründung der von mir gezogenen Folgerungen genügende Anzahl von Versuchen anzustellen.

Meine Tauben wurden nur mit Getraide (Waizen), und zwar mit solchem gefüttert, welcher sorgfältig gelesen worden war, um sowohl die Steinchen als alle fremden Sämereien zu beseitigen. Ich stopfte sie täglich mit einem bestimmten Gewicht von solchem Waizen, und liess ihnen so viel Wasser zukommen, als sie saufen wollten.

Diese Fütterung vertrugen die Tauben anfangs, wie es schien, sehr gut, und sie pickten nur häufiger an ihrem Käfige, als es sonst zu geschehen pflegt. Sie wurden meist fett und schwerer; allein nachdem diese Diät einen, zwei oder drei

Monate lang beibehalten worden, fingen sie an, weit mehr zu saufen, so dass sie zwei, drei, vier, fünf, sechs, sieben, ja acht Mal so viel Wasser zu sich nahmen, als zuerst. Die früher festen Excremente wurden nun mehr und mehr weich und flüssig; es trat ein anfangs mässiger, dann ein ausserordentlich starker Durchfall ein; das Körpergewicht verminderte sich allmählig, und endlich starben die Tauben im achten bis zehnten Monate, von dem Anfange des Versuches an gerechnet. Diese Diarrhöe, welche von der Unzulänglichkeit der im Futter enthaltenen Kalktheile herrührt, ist beim Menschen, zumal während des Geschäftes der Knochenbildung, gar nichts Seltenes, obwohl man deren Ursache bisher verkannt hat. Sie lässt sich durch Anwendung von Kalkpräparaten verhindern oder heilen.

Das merkwürdigste Resultat dieser Versuche ist jedoch die durch dieselben bewirkte Veränderung des Knochensystems. In der That wurden in Folge der längeren Entziehung der Kalkstoffe (d. h. desjenigen Theiles desselben, welchen die Tauben instinktmässig neben ihrem gewöhnlichen Futter zu sich nehmen) die Knochen zuletzt so dünn, dass sie noch bei Lebzeiten äusserst leicht brachen. So fand ich bei einer meiner Tauben sowohl den linken Schenkelknochen, als beide Tibiae gebrochen. Vielleicht war das Thier mit seinen Beinen zwischen die Stäbe des Käfigs gerathen; allein da letztere wenigstens 2 Centimeter ($^3/_4$ Zoll) von einander abstanden, so hätte es dieselben leicht wieder zurückziehen können. Wie dem auch sey, das Thier hörte von nun an fast durchaus auf, zu saufen und zu verdauen, und der Tod trat einige Tage später in Folge des dreifachen Knochenbruches ein.

Nach dem Tode fand ich dieselbe Knochenbrüchigkeit, und als ich z. B. bei einer andern Taube, bei welcher der Schenkel in der Beugung erkaltet war, denselben vorsichtig strecken wollte, zerbrach das Femur gleichfalls.

Bei demselben Exemplare zeigte sich das Sternum in einer sonderbaren Weise verändert. Bevor ich die Zergliederung begann, fand ich die Crista dieses Knochens beweglich, fast als ob dieselbe knorpelartig geworden sey.

Als ich in den Körper einschnitt und dieselbe näher untersuchte, fand ich, dass die Knochensubstanz an vielen Stellen verschwunden und nur noch durch das Periosteum repräsentirt war. Nach der Maceration zeigte sich der Knochen sehr verdünnt und mit einer Menge von kleinen Löchern durchbohrt; er war sehr brüchig, so dass er sich in eine gewisse Menge von dünnen und unregelmässigen Fragmenten theilte und schon zerbrach, als man ihn mit einer Federfahne zu reinigen versuchte. Uebrigens steht dieses Stück der Akademie, wenn dieselbe wünscht, dass ich ihr dasselbe vorlege, stets zu Diensten.

Ich habe Thiere mit kohlensaurem Kalke und basisch phosphorsaurem Kalke behandelt, theile aber noch nichts Näheres über diese Versuche mit, weil dieselben einestheils noch nicht zahlreich genug sind, und weil sie sich auch noch nicht über alle von mir zu berücksichtigenden Punkte erstrecken. Ich will nur angeben, dass sich bis jetzt aus meinen Arbeiten Folgendes ergibt:

1) Dass die in dem Knochengewebe abgelagerten Kalksalze grösstentheils resorbirt werden können;
2) dass die Resorption stattfand, wenn das Thier in den ihm dargebotenen Futterstoffen keine hinreichende Menge von kalkigen Theilen findet;
3) dass, so weit meine Frfahrungen reichen, diese Resorption stets langsam und stufenweise stattfindet;
4) dass dadurch das Knochensytem allmählich dünner wird, und die Thiere zulezt von derjenigen Krankheit befallen werden, welche man Knochenbrüchigkeit nennt;
5) dass endlich dieselben Thiere in einem, in jeder Beziehung vollständigen Zustand der Ernährung erhalten werden, wenn man ihnen, ausser dem Waizen ein wenig kohlensauren Kalk zukommen lässt.

Schliesslich will ich bemerken, dass sich nach diesen Versuchen mehrere der sehr interessanten Thatsachen erklären lassen, welche sich bei den von der sogenannten Gallerte-Commission angestellten Untersuchungen herausgestellt haben, indem sie beweisen, woran es liegen kann, dass viele Nahrungsstoffe, welche das Leben eine gewisse Zeit lang aufrecht zu

erhalten fähig sind, doch keine absolute Ernährungsfähigkeiten besitzen. Denn wenn von zwei mit derselben Menge Waizen gefütterten Thieren derselben Specis das eine, wenn man ihm nur dieses Nahrungsmittel zukommen lässt, nach mehreren Monaten herabkommt, während das andere sich des vollkommensten Gedeihens erfreut; wenn man zu diesem Nahrungsmittel nur ein wenig Kreide hinzufügt, so liegt der Grund darin, dass im letzten Falle das Knochensystem ernährt wird, während es im ersten an Substanz verliert.

Bevor ich schliesse, will ich der Akademie noch mittheilen, dass es mir gelungen ist, den Knochen mittelst der galvanischen Säule einen Theil ihres kalkigen Stoffes zu entziehen, und dass ich sie wahrscheinlich desselben auf die Weise gänzlich hätte berauben können, wenn ich den Versuch noch weiter fortgeführt hätte; dass ich endlich diess Verfahren bei der Behandlung der Necrose anzuwenden gedenke, um die Zerstörung der Knochensequester zu beschleunigen, deren langsame Beseitigung, vermöge der fortgesetzten Eiterung, die deren Anwesenheit unterhält, so oft den Tod veranlasst.«

Unabhängig von diesen Versuchen, d. h. früher ehe mir solche bekannt wurden, habe auch ich in ähnlichem Bezuge einige Versuche angestellt, welche ich ebenfalls erwähnen will. Ich habe nämlich erfahren wollen, ob den Knochen Knochenerde entzogen wird, wenn den Vögeln in der Zeit des Eierlegens keine Kalkerde gereicht wird, da es bekannt ist, dass, wie man bei den Haushühnern sehr leicht beobachten kann, dieselben stets an Kalkwänden picken, und so die Menge des Kalkes, die sich im gewöhnlichen Futter befindet, zu vermehren suchen.

Es wurden zwei gesunde Haushennen, die seit einigen Tagen angefangen hatten, Eier zu legen, welche beide von ein und derselben Brut und drei Jahre alt waren, eingesperrt und ihnen vollkommen gleiches Futter gereicht, welches aus Kartoffeln und ausgesuchten Gerstenkörnern bestand. Sie bekamen hiezu Brunnenwasser, aber in dem Behälter der einen Henne, die ich mit A bezeichnen will, wurde ein Schälchen mit gröb-

lich zerstossenem Mörtel gestellt, was bei B, der zweiten Henne, unterlassen wurde.

Nach 8 Tagen schon hatten die Eier, welche B legte, eine höchst dünne und zerbrechliche Schale, und nach Verlauf einiger weiteren Tage bestand die letztere nur aus einer dünnen weichen Haut, nach Art der Schlangeneier, in übrigens normaler Grösse. Nach 3 Wochen vom Tage der Einsperrung an hörte das Thier zu legen auf.

A verhielt sich eingesperrt wie im freien Zustande, auch dauerte das Geschäft des Eierlegens bis in die sechste Woche regelmässig fort, so dass fast jedesmal den zweiten Tag ein Ei erhalten wurde. Es wurden jetzt beide Thiere getödtet, was eigentlich bei B schon hätte geschehen sollen, als das Eierlegen aufhörte.

Durch die Analyse wurde erhalten:

A.

	FEMUR.	TIBIA.	HUMERUS.
Phosphorsaure Kalkerde . .	66.79	63.44	68.57
Kohlensaure Kalkerde . .	10.26	10.46	8.03
Phosphorsaure Talkerde . .	2.20	2.30	2.30
Salze (in Wasser löslich) .	0.40	0.70	0.70
Knorpelsubstanz	19.55	22.30	19.80
Fett	0.80	0.80	0.60
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	20.35	23.10	20.40
Anorganische Substanz . .	79.65	76.90	79.60
	100.00	100.00	100.00

B.

	FEMUR.	TIBIA.	HUMERUS.
Phosphorsaure Kalkerde . .	57.17	56.52	56.66
Kohlensaure Kalkerde . .	8.27	9.30	10.51
Phosphorsaure Talkerde . .	1.81	1.72	1.90
Salze	0.60	0.60	0.80
Knorpelsubstanz	31.25	30.93	29.40
Fett	0.90	0.93	0.73
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	32.15	31.86	30.13
Anorganische Substanz . .	67.85	68.14	69.87
	100.00	100.00	100.00

Die Markkanälchen waren bei B etwas erweitert, jedoch unbedeutend. Aus den Analysen aber geht hervor, dass den Knochen wirklich anorganische Substanz entzogen wurde, oder vielleicht dass jene, welche entfernt wurde, nicht wieder erneut werden konnte.

Wäre das Thier, nachdem es aufgehört hatte zu legen, sogleich getödtet worden, so hätte sich wahrscheinlich ein noch geringeres Verhältniss anorganischer Substanz gefunden, da sich selbe später wohl theilweise wieder ersetzt hatte.

Andererseits zeigt die Analyse von A, dass, haben die Vögel Gelegenheit, Kalkerde zu geniessen, während der Zeit des Eierlegens die Knochen keine Kalkerde verlieren. Denn die Menge der in denselben gefundenen Kalkerde war sehr bedeutend.

Eine besondere Knochenerde - Vermehrung, bedingt durch den ungehinderten Genuss von Kalkerde, scheint aber nicht stattgefunden zu haben, denn ich habe bei mehreren Hühnerarten, die ich bloss auf den Gehalt an organischen und anorganischen Substanz untersuchte, ein gleich starkes Verhältniss gefunden.

Noch habe ich einige Versuche angestellt, um vielleicht einige Aufschlüsse zu erhalten über den Einfluss, welchen die gehinderte Blutzufuhr auf die Knochen ausübt, und über jenen des Nervensystems.

Es wurde einem vollkommen gesunden Kaninchen die Arteria cruralis unterbunden. Nach 4 Wochen wurde das Thier getödtet. Der Collateral - Kreislauf hatte sich vollkommen hergestellt, und es liess sich keine organische Veränderung der Weichtheile wahrnehmen; auch war das Thier im vollkommenen Gebrauche dieser Extremität. Man hätte wohl die Arteria iliaca unterbinden können, aber es geschah aus dem Grunde nicht, weil man ohnediess im folgenden Versuche den Blutzufluss gänzlich hindern und zugleich den Nerveneinfluss aufheben wollte.

Das Femur des gesunden Fusses wurde herausgenommen, und mit dem des andern verglichen. Es waren beide, sowohl an Masse der Substanz, als auch im äusseren Ansehen, mit einander gleich. Das Knochenmark zeigte eben so wenig eine

Verschiedenheit, und auch unter dem Mikroskope konnte keine Veränderung oder Abnormität wahrgenommen werden.

Bei der Analyse wurden folgende Resultate erhalten:

	FEMUR *des Fusses, mit welchem der Versuch angestellt wurde.*	FEMUR *des andern Fusses.*
Phosphorsaure Kalkerde .	58.27	58.09
Kohlensaure Kalkerde .	14.86	15.04
Phosphorsaure Talkerde .	1.08	1.09
Salze (in Wasser löslich)	0.79	0.78
Knorpelsubstanz . . .	23.79	23.80
Fett	1.21	1.20
	100.00	100.00
Organische Substanz . .	25.00	25.00
Anorganische Substanz .	75.00	75.00
	100.00	100.00

Die ganz genaue Uebereinstimmung beider Versuche, in Betreff des Gehaltes an organischer und anorganischer Substanz, mag wohl eine zufällige seyn, aber es wird jedenfalls durch die ebenfalls gut stimmenden Mengen der einzelnen Bestandtheile erwiesen, dass durch das Unterbinden der Arterie die Ernährung des Knochens in keinerlei Weise gehindert wurde.

Einem zweiten Kaninchen wurden die Arteriae cruralis und abluratoria sammt den entsprechenden Venen und Nerven des linken Hinterfusses unterbunden. Das Thier zeigte nach der Operation keine besonderen pathologischen Symptome, ausser Traurigkeit und verminderte Esslust, welche auch verblieben, bis dasselbe 4 Wochen nach der Operation getödtet wurde.

Es zeigte sich der Fuss jetzt ganz atrophisch, die Muskeln waren stark geschwunden, und das Thier konnte den Fuss nur mühsam, und wie leicht wahrgenommen werden konnte, nur mit Schmerzen nachschleifen.

Von den Unterbindungsstellen aus bis in die Bauchhöhle unter das Peritonaeum erstreckte sich eine Eitercyste von der Grösse einer Kinderfaust, deren Inhalt sich unter dem Mikroskop als reiner Eiter zu erkennen gab. Die Knochen des atrophischen

Fusses waren sichtlich nicht verändert, und hatten sowohl in Querschnitten, als auch in Längsschnitten, wo die Gelenkköpfe beobachtet werden konnten, gegen jene des gesunden Fusses, nicht an Volumen verloren. Aber das Mark desselben war zu einer dünnen röthlichen serösen Flüssigkeit geworden.

Die Analyse der beiden Femura ergab:

	FEMUR *des atrophischen Fusess.*	FEMUR *des gesunden Fusses.*
Phosphorsaure Kalkerde .	59.21	59.22
Kohlensaure Kalkerde . .	12.99	13.89
Phosphorsaure Talkerde .	1.30	1.43
Salze	0.72	0.72
Knorpelsubstanz	24.37	23.22
Fett	1.41	1.52
	100.00	100.00
Organische Substanz . .	24.74	25.78
Anorganische Substanz .	75.26	74.22
	100.00	100.00

Ich glaube, dass hier zugleich mit der ganzen Fxtremität auch der Knochen abgestorben ist; diess scheint wenigstens die Veränderung des Knochenmarkes anzuzeigen. Die Abnahme von anorganischer Substanz im Knochen des kranken Fusses will ich gerade nicht auf Kosten des anfänglich gehinderten und dann gänzlich aufgehobenen Stoffwechsels setzen.

Der Versuch hätte belehrender ausfallen können, wenn er mit einem jungen Thiere angestellt worden wäre, und man solches zugleich mit Krapp gefüttert hätte. —

Dass das Knochenmark zur Ernährung der Knochen beiträgt, eben so wie das Periosteum, ist keinem Zweifel unterworfen. Wie sich aber beide in die Ernährung des Knochens theilen, ist noch nicht klar herausgestellt, obgleich vielleicht gerade der Knochen am geeignetsten ist, Fragen über den Stoffwechsel zu entscheiden.

Eben so wenig bezweifle ich, dass die Markkanälchen die Wege sind, auf welchen der vom Marke und vom Periosteum eingeleitete Stoffwechsel vollführt wird.

Unentschieden glaube ich aber, ist bis jetzt die Frage, ob eine chemische Verbindung von Knochenerde und Knorpelsubstanz im Knochen existirt. Ich möchte eine solche nicht annehmen. *Frerichs* *) hat hierüber Versuche angestellt, indem er eine künstliche Verbindung von Knochenerde und Knorpelsubstanz zu Wege zu bringen suchte.

Zu diesem Ende wurde einer verdünnten Lösung von gewöhnlichem Leime, eine Lösung von basisch phosphorsaurem Kalke in Salzsäure zugesetzt, die Säure mit Ammoniak gesättigt, der Niederschlag abfiltrirt, sorgfältig mit siedendem Wasser ausgewaschen, getrocknet und verbrannt.

Er erhielt:

basisch phosphorsauren Kalk	81.4
Leim . . . . , ...	18.6

Bei ferneren Versuchen, wo er Leim aus Knochenknorpel, und eine überschüssige Lösung von Knochenerde in Salzsäure anwendete, erhielt er 28.2—27.4—24.4 Leim.

Frerich's glaubt deshalb, dass die strukturlose Masse der Knochen aus einer chemischen Verbindung der Knochenerde mit der leimbildenden Materie bestehe.

Nach *Mulder* müsste eine Verbindung von 1 Atom Knochenerde mit 1 Atom Leim 26.2 p. Ct. Leim enthalten. Ich habe auf verschiedene Weise diese Verbindung herzustellen versucht, aber ich habe diese Zahl für die Menge des Leimes nicht ganz erreicht.

Nach Angabe von *Frerich's*, nämlich bei Anwendung mit aus Knochenknorpel bereiteten Leim, habe als Mittel von 10 Versuchen, in ziemlich gut übereinstimmenden Zahlen, das Mittel von 23.25 p. Ct. Leim erhalten. Aber ich habe, nachdem die Verbindung gut mit heissem Wasser gewaschen war, bei + 120 R. im Oehlbade getrocknet, eben so wie ich die Knochen behandelte.

Ich löste hierauf Kalkerde in Salzsäure, so dass die Säure vollkommen gesättigt war, brachte zu der filtrirten Lösung eine

---

*) Annalen der Chemie und Pharmacie v. F. Wöhler und J. Liebig. B. 43 p. 251—1842.

aus Knochenknorpel bereitete Leimlösung, und setzte, nachdem ich bis zum Knochen erhitzt hatte, phosphorsaures Natron zu, jedoch nicht im Ueberschuss, sondern so, dass aus der abfiltrirten Flüssigkeit, durch einen weiteren Zusatz von phosphorsaurem Natron noch Füllung erfolgte. Ich erhielt hier eine etwas höhere Zahl, 24.7, als Mittel von 7 Versuchen, und die einzelnen Zahlen stimmten auch wieder gut zusammen.

Verfuhr ich auf ähnliche Weise, nur dass überschüssiges phosphorsaures Natron zugesetzt wurde, erhielt ich eine viel geringere Menge Leim und keine übereinstimmenden Resultate. 17.45, 2146, 1819, 17.47, 18.93.

Ich habe hierauf die Rückstände, die vollkommen weiss gebrannt waren, analysirt und gefunden, dass die Zusammensetzung des phosphorsauren Kalkes, der bei diesen Methoden erhalten wurde, gut mit der Formel $\dot{C}a^8\ \dddot{P}^3$ übereinstimmt. Die Atomzahl des Leimes hat *Mulder* zu 1972.54 gefunden, wobei er in der Verbindung des Leimes mit dem phosphorsauren Kalke, 26.2 p. Ct. Leim angenommen hat.

Nach dem oben von mir gefundenen Mittel von 23.25 Leim würde die Atomzahl des Leimes sich auf 1674.11 berechnen.

Ich will aber keineswegs diese Zahl als die richtige angeben, denn einerseits hat wahrscheinlich *Mulder* eine grössere Reihe von Versuchen in diesem Betrachte angestellt als ich, andererseits aber sind von mir, wie ich angegeben habe, bei jeder Veränderung, die ich mit der Darstellungsweise der Verbindung von phosphorsauren Kalk und Leim vorgenommen habe, andere, wenn gleich unter sich erträglich stimmende, Zahlen für den procentischen Gehalt an Leim erhalten worden. Wollte man in den Knochen selbst eine chemische Verbindung von Knochenerde und Leim annehmen, so müsste jedenfalls der Gehalt an anorganischen Bestandtheilen, der in den Markkanälchen so wie in den Knochenkörperchen gefunden wird, zur Hülfe genommen werden, um die Unterschiede zu erklären, welche in Betreff des verschiedenen Gehaltes an Knochenerde und Knorpelsubstanz in den verschiedenen Knochen gefunden wird.

Zähne.

Es bedarf wohl keiner Entschuldigung, dass hier der Zahnknochen eigends abgehandelt wird. Sowohl die älteren Schriftsteller als auch neuere haben dasselbe gethan, und schon die eigenthümliche Struktur der Zähne macht solches nöthig, wenn gleichwohl sich viele Analogien mit den Knochen des übrigen Körpers ergeben, und auch die chemische Beschaffenheit im Wesentlichen dieselbe ist.

Ich werde mit den menschlichen Zähnen beginnen, obgleich fast Alles, was ich davon zu sagen habe, wohl schon bekannt ist. Indessen gewinne ich auf solche Weise einen Anhaltspunkt für die Vergleichungen mit einigen Thierzähnen, welche ich untersucht habe.

Der eigentliche, schon durch seine mikroskopische Struktur charakterisirte Zahnknochen, ist durch zwei Substanzen umschlossen. Sein oberer, frei über dem Kieferrande stehender Theil, ist nämlich mit dem sogenannten Schmelze überzogen, und dieser Theil wird die Krone genannt, sein unterer Theil, die Wurzel, welche in der Zahnhöhle liegt, ist mit einer Substanz begleitet, welche man Cement, Zahnkitt oder Rindensubstanz nennt.

Die Stelle, wo der Zahn sich über die Kieferhöhle erhebt, wird der Hals des Zahnes genannt, und hier beginnt der Schmelz, während die Rindensubstanz daselbst aufhört, oder doch nur dünn auslaufend, ersteren eine kurze Strecke überzieht. —

Zahnknochen.

Wie die übrigen Knochen, besteht auch der Zahnknochen aus Knorpel und Knochenerde. Da weiter unten ausführlicher

über die chemischen Bestandtheile der Zähne gesprochen werden wird, führe ich hier blos an, dass der eigentliche Zahnknochen weniger organische Substanz als die übrigen Knochen enthält, wenigstens nach den Resultaten, die ich erhalten habe; es finden sich aber auch hier individuelle Verschiedenheiten.

Durch die ganze Länge des Zahnes, oben im Zahnknochen sich endigend, ohne bis zum Schmelz zu reichen, unten, an der Spitze der Wurzel, den Zahnknochen und die umkleidende Rindensubstanz durchbrechend, lauft eine Höhle, welche eine gefäss- und nervenreiche Substanz einschliesst, welche der Zahnkeim genannt wird. Es verlauft dieselbe in das Periosteum der Zahnhöhle. Es ist sehr wahrscheinlich, dass hierdurch der Stoffwechsel des Zahnes statt findet, indem sonst keinerlei Gefässe, welche Zufuhr und Umsetzung bewirken könnten, mit dem Zahne in Verbindung stehen, wenn man nicht eine alleinige Ernährung des Zahnes durch das Periosteum der Zahnhöhle mittelst der Rindensubstanz annehmen will. Aber die mikroskopische Struktur des Zahnes selbst macht das erstere wahrscheinlicher.

Quer durch den ganzen Zahnknochen gehen nämlich von der Zahnhöhle aus bis an den Schmelz, und eben so im untern Theil des Zahnes bis an die Rindensubstanz, feine Kanäle, welche höchst wahrscheinlich die Stelle der Markkanälchen in den Knochen, wenigstens in einem Theile ihrer Verrichtungen, vertreten. Diese Kanälchen haben einen sehr geringen Durchmesser, und laufen in der Nähe des Schmelzes in feine Spitzen aus, welche aber bis in denselben fortgesetzt gesehen werden können. Der Querdurchmesser dieser Kanälchen ist bestimmt worden von *Henle*: 0.001‴, *Retzius*: 0.0023‴, *Linderer*: 0.0008—0.0015‴, *Krause*: 0.0007—0.0023‴, *Bruns*, in der Nähe der Zahnhöhle: 0.0013—0.0016‴.

Retzius hat gefunden, dass die Zahnhöhle von vielen feinen Oeffnungen durchbrochen ist, von welchen diese Kanäle auslaufen, und diese sind auch da stärker als sonst während ihres ganzen Verlaufes. Hat man indessen Querschnitte eines Zahnes vor sich, so trifft es sich öfter, dass die Kanälchen in der Nähe der Zahnhöhle aufhören. Bisweilen erscheinen sie

dann so, dass man sie in schiefer Richtung abgeschnitten zu sehen glaubt, bisweilen aber enden sie auch gerade zu mit etwas dunklerer Färbung. Ich habe diess in der Krone sowohl als in der Wurzel bemerkt, und der Grund dieser Erscheinung ist der, dass diese Kanälchen ihren Verlauf durch den Zahnknochen nicht in gerader Linie, sondern wellenförmig nehmen.

Diess ist auch der Grund, warum man, wenn Längsdurchschnitte geschliffen werden, öfters unter dem Mikroskope eine Ansicht erhält, die den früher gesehenen Querschnitten ganz ähnlich ist, weil die Biegungen, die die Kanälchen zeigen, in ihrem Verlaufe oft so stark sind, dass, denkt man sich den Querschnitt des Zahnes als eine horizontale Linie, die Abweichung derselben, diese Linien fast im rechten Winkel kreuzen.

Diese Windungen der Kanälchen sind die Ursache des seidenartigen Glanzes, den die Durchschnitte meistens zeigen. Nach *Henle* kommen drei, bisweilen auch vier solcher Biegungen im Verlaufe der Kanälchen von der Zahnhöhle an bis an das äussere Ende des Zahnknochens vor.

Die Kanälchen selbst sind auf ähnliche Art, wie die Markkanälchen der Knochen, mit einer körnigen Substanz ausgefüllt; aber, wie es scheint, nicht so reichlich, wie jene.

Henle hat gesehen, dass am Rande von Bruchstücken sich die Kanälchen bisweilen als frei hervorstehende Röhrenfragmente zeigen. Bei menschlichen Zähnen habe ich diess seltener gesehen, und das vielleicht aus dem Grunde, weil ich bloss ältere, schon ausgetrocknete Zähne zum Schleifen verwendete, wohl aber öfters bei Thierzähnen. Wird der Zahn mit verdünnter Säure behandelt, so werden diese hervorragenden Röhren-Bruchstücke, die vorher weiss und undurchsichtig waren, biegsam und durchsichtig, mit einem Worte dem Knochenknorpel ähnlich, und es ist sonach keinem Zweifel unterworfen, dass sie auf ähnliche Weise, wie die Markkanälchen der Knochen, aus einer Röhre bestehen, die eine organische Grundlage, verbunden mit anorganischer Substanz, hat.*) Gefärbte Flüssig-

*) Henle glaubt übrigens, dass der dunkle Ring, den man an den Querschnitten der Kanälchen sieht, nicht von der Röhrenwand her-

keiten werden von diesen Röhren aufgenommen, und diess zeigt, wie auch schon ihre Transparenz ergibt, dass sie von der körnigen Substanz nur unvollkommen erfüllt sind. Vielleicht erleichtert auch der geringe Fettgehalt des Zahnes das Eindringen von wässerigen Flüssigkeiten leichter.

Ich habe bei Längsdurchschnitten es nur selten dahin bringen können, den Querdurchmesser dieser Kanälchen als eine runde Oeffnung nach Art der Markkanälchen bei den Knochen zu erhalten, und das aus dem schon oben angeführten Grunde, weil nämlich der Verlauf derselben nicht in gerader Linie erfolgt. Als schief gestellte Röhrchen aber, mit ebenfalls etwas schiefem Querschnitt, deren weitere Fortsetzung durch das Schleifen abgebrochen war, habe ich sie öfters zu Stande gebracht. Während ihres ganzen Verlaufes scheinen mir, wenn es nicht eine durch das Schleifen hervorgebrachte Täuschung ist, sich die Kanälchen bald zu verengen, bald wieder zu erweitern, und bisweilen theilt sich ein weiteres Kanälchen in zwei engere, und vereinigt sich hierauf in einen Kanal, der die vorige Stärke wieder annimmt. Auch laufen feine Zweige von den Kanälen aus, welche sich seitlich ober und unter den Hauptkanälen hin erstrecken. Bisweilen enden diese Seitenzweige in die Hauptkanäle, aber andererseits enden sie auch wieder für sich in feine Spitzen; Tab. IV. Fig. 1 zeigt den Querdurchschnitt eines menschlichen Schneidezahnes und den Verlauf der Kanäle und Seitenzweige, wie ich ihn so eben geschildert habe, bei 200-facher Vergrösserung. An der Zahnhöhle liegen die Kanäle dichter beisammen, als weiterhin gegen die Aussenseite des Zahnknochens, und stossen dort an die Zahnhöhle selbst, wo sie in die von *Retzius* gefundenen Oeffnungen derselben münden. Gegen die Aussenseite verlaufen sie in dünne Spitzen, mittelst solcher in den Schmelz ein, an dessen Rande sie sich fein ver-

---

rührt, indem die vorstehenden Röhrenfragmente bloss den Durchmesser des Lumens der Kanälchen haben. Nichts desto weniger aber scheint doch immer eine eigene Wand für die Kanälchen zu existiren, da sie auch nach der Behandlung mit Säure noch sichtbar bleiben. Sey dieselbe auch höchst dünn.

ästeln. An der Rindensubstanz menschlicher Zähne habe ich theils diess wahrgenommen, theils, aber selten, dass sie mit sehr verengtem Durchmesser in solche sich forterstreckten.

Ich habe übrigens neben den so eben beschriebenen Kanälchen auch in dem Zahnknochen vieler menschlichen Zähne öfters noch andere Formen gesehen, welche ohne Zweifel Ablagerungen von Kalksalzen oder jener Substanz sind, welche die Kanälchen selbst theilweise ausfüllt. Sie ähneln gewissermassen den Knochenkörperchen, indem bei ihnen von einer grösseren dunkeln Stelle aus radienartige Verzweigungen ausgehen, welche sich theils mit anderen nahe gelegenen Flecken verästeln, theils auch spitz verlaufen, oder in die Kanälchen münden. Ich habe diess sowohl bei gesunden Zähnen, als auch bei cariösen, aber entfernt von der kranken Stelle gefunden. Sie haben indess keine regelmässige Form, wie die Knochenkörperchen, sondern tragen den so eben beschriebenen Charackter; auch sind sie bedeutend grösser, als jene. Sie liegen bisweilen reihenweise um die Zahnhöhle, etwa in der Mitte zwischen dieser und der Rindensubstanz, meistens aber mehr gegen letztere zu, und erstrecken sich, wie Längsdurchschnitte zeigen, auch bis in jenen Theil des Zahnes, der von Aussen durch den Schmelz begleitet ist. Tab. V. Fig. 12 zeigt diese Bildungen im Querdurchschnitt eines menschlichen Schneidezahnes, bei 180facher Vergrösserung. Auch kleinere, ihnen aber in der Form ähnliche Bildungen habe ich mehrfach im Zahnknochen zerstreut gefunden, so dass also nicht bei allen menschlichen Zähnen die Zahnsubstanz bloss von den Kanälchen durchzogen zu seyn scheint.

In der Zwischensubstanz des Zahnknochens hat *Henle* Fasern gefunden, welche gleiche Richtung mit den Kanälchen haben, so dass jedesmal zwischen zwei Fasern ein Kanälchen liegt. Diese Fasern nehmen gegen die Aussenseite des Zahnes an Stärke zu, und bestehen wieder aus einzelnen Bündeln mikroskopischer Fasern; eine Verästelung derselben hat *Henle* nicht beobachtet, und er glaubt daher, dass, weil die Fasernbündel gegen die Aussenfläche des Zahnes hin stärker werden, dort andere Fasern eingekeilt sind, welche nicht bis an die Zahnhöhle reichen. *Henle* hat, so viel ich weiss, jüngst diese Ent-

deckung gemacht, da früher die zwischen den Kanälchen liegende Substanz als homogen geschildert worden ist.

Wenn diese einzelnen kleineren Fasern, oder die, welche je zwischen zwei Kanälchen verlaufen, als z w e i Fasern gedacht werden, so würde sich ein analoges Verhältniss herausstellen, wie jenes zwischen den Knorpel-Lamellen und den Markkanälchen des Knochens.

R i n d e n s u b s t a n z.

Die Rindensubstanz der Zähne, welche sich gegen das Ende der Zahnwurzel hin verdickt und selbe umschliesst, verdünnt sich gegen oben, und verläuft in höchst dünner Lage am Zahnhalse, oder hört dort auf, wo der Schmelz beginnt.

Fränkel hat selbe einmal eine kurze Strecke weit über den Schmelz der Krone laufen sehen, und *Nasmyth* beschrieb eine feine Schicht, die den Schmelz der menschlichen Zähne überziehen soll, die er persistente Zahnkapsel nennt, und welche, wie *Henle* glaubt, eine Fortsetzung der Rindensubstanz war. Hat ein Zahn mehrere Wurzeln, so sind alle mit Rindensubstanz umgeben, und eben so findet selbe sich an der Vertiefung, welche, entgegengesetzt der Kaufläche, zwischen den beiden Wurzeln entstehen muss. Ich habe die Dicke der Rindensubstanz sehr verschieden gefunden, und das zwar bisweilen sogar an einem und demselben Durchschnitte. An Stellen, wo die Zahnwurzeln verwachsen waren, hatten beide einzelne Wurzeln Rindensubstanz, und sie war an den verwachsenen Stellen am stärksten.

In den meisten Fällen habe ich in der Rindensubstanz weniger anorganische Substanz gefunden, als im Zahnknochen. Ganz eigenthümlich ist, dass die Rindensubstanz mancher Individuen Knochenkörperchen enthält, während bei anderen Individuen keine gefunden werden, und es sind die Knochenkörperchen nicht vorzugsweise etwa auf den stärkeren oder im entgegengesetzten Falle auf den schwächeren Theil der Rindensubstanz beschränkt, sondern sie werden bei einigen gänzlich vermisst, während sie bei anderen wieder vorkommen. In voll-

kommen gesunden Zähnen habe ich welche getroffen, und eben so in cariösen, während ich sie in beiden Fällen auch wieder vergebens suchte. Indessen sind bei dieser letzten Rindensubstanz doch wieder Bildungen vorhanden, welche die sonst scheinbar gleiche Masse derselben unterbrechen. Es sind Formen, welche den oben beschriebenen, bisweilen in der Zahnsubstanz vorkommenden, ähnlich sind, nur dass sie kleiner erscheinen, als dort. Unregelmässig geformte dunkle Flecke, bald grösser als die Knochenkörperchen, bald kleiner, sind es, welche hier die Stelle derselben zu vertreten scheinen.

Tab. IV Fig. 2 zeigt den Querschnitt eines menschlichen Schneidezahnes bei 200 facher Vergrösserung, a die Rindensubstanz, b ein Stück des Zahnknochens. Fig. 3 zeigt den Querschnitt eines andern Zahnes bei derselben Vergrösserung. Bei beiden Durchschnitten bestätigt sich das so eben Ausgesprochene. Fig. 2 zeigt mehr oder weniger grosse und eben so heller oder dunkler gefärbte Formen, welche grossentheils durch Risse oder Ausläufe mit einander verbunden sind. Bisweilen finden sich hellere Stellen von derselben Form, aus welchen wahrscheinlich die dunkle Ausfüllungsmasse entweder durch das Schleifen, oder was ich für wahrscheinlicher halte, schon früher durch einen Vorgang im Organismus selbst, entfernt worden ist. Bei Fig. 3 hingegen zeigen sich deutliche Knochenkörperchen, obgleich auch Bildungen der vorher bei Fig. 2 beschriebenen ähnlich, sich finden. Es scheinen diese letzteren die gleiche Funktion wie die Knochenkörperchen zu haben, es sey diese, welche sie wolle. An der Stelle, wo die Rindensubstanz an den Zahnknochen stösst, verlauft meist ein dunkler Rand, bisweilen auch zwei, und in demselben werden wieder häufige dunkle Flecke, die gegenseitig durch radienartige Ausläufe vielfach verbunden sind, gesehen. Es ist vielleicht möglich, dass der ganze dunkle Rand durch sehr starke Vergrösserungen in solche Verzweigungen aufgelöst wird. Zwischen den in diesem Rande befindlichen dunklen Punkten verlaufen die dünnen Enden der Zahnkanälchen, werden bisweilen von selben aufgenommen, ja gehen, jedoch nur sehr selten,

durch solche hindurch, und eine kurze Strecke in die Rindensubstanz hinein.

Die erwähnten dunklen Ränder sind indess bisweilen aber so zusammengezogen, dass sie blos einer undeutlich begränzten dunklen Linie gleichen, und ich habe in solchen Fällen, und wo die Gränze zwischen Zahnknochen und Rindensubstanz nur schwach durch diese Linien bezeichnet war, noch am öftesten gefunden, dass die Kanälchen des Zahnknochens in die Rindensubstanz fortsetzen.

J. Müller hat in der Rindensubstanz Knochenkörperchen gefunden; *Henle* sagt, dass sie dieselben kalkerfüllten Höhlen mit den sternförmigen Fortsätzen und Kanälchen wie die Knochensubstanz habe. *Nasmyth* aber hat beim Menschen keine Knochenkörperchen gefunden. —

Behandelt man einen Zahn bis zu einem gewissen Grad mit verdünnter Säure, so löst sich zuerst der Schmelz, und die Rindensubstanz kann dann bisweilen ganz, bisweilen aber auch in einzelnen länglichen Stücken von demselben abgezogen werden. Es ist deshalb möglich, dass selbe aus breiten Lamellen besteht, nach Art jener, welche die Aussenseite der Röhrenknochen bilden. Bei Querschnitten habe ich aber diese Lamellen nicht nachweisen können. *Fränkel* hat indess eine lamellöse Struktur derselben beobachtet, und *Retzius* hat die Knochenkörperchen derselben in concentrischen Ringen gruppirt gefunden, was auch auf eine lamellöse Form des Knorpels der Rindensubstanz deuten würde, indem die Knochenkörperchen zwischen die Lamellen gelagert seyn könnten, ebenfalls auf ähnliche Weise, wie bei den Röhrenknochen. In den meisten Fällen aber habe ich indessen die Knochenkörperchen der Rindensubstanz scheinbar unregelmässig vertheilt, oder in einzelne Parthien zusammengestellt gefunden. Da aber die Rindensubstanz in ein und demselben Querschnitte der Zahnwurzel sehr verschiedene Dicke zeigt, so ist es möglich, dass die muthmasslichen Lamellen vielfache Windungen bilden, wie es auch bei denen beobachtet wird, welche sich zwischen den Röhrensystemen der Markkanälchen finden, und hiernach wäre die

verworrene Lage der Knochenkörperchen, wenn man so wie dort, sich selbe zwischen den Lamellen eingepresst denkt, erklärt.

Zahnschmelz.

Der Schmelz oder die Glasur der Zähne wird gewöhnlich als aus Prismen zusammengesetzt geschildert, welche *Purkinje* vierseitig, *Retzius* sechsseitig beschrieben hat. Diese Prismen sind solid und erstrecken sich durch den ganzen Schmelz, indem sie in gewissen Vertiefungen und Spitzen des Zahnknochens festsitzen. *Fränkel* hat einige derselben ganz oder theilweise gestreift gefunden. Nach *Henle* werden diese Prismen deutlich, wenn man Längsschnitte eines Zahnes kurze Zeit hindurch mit Säure behandelt.

Ich muss offen gestehen, dass ich nie an geschliffenen Durchschnitten diese Prismen gesehen habe, wenn auch noch so fein geschliffen wurde. Es erschien mir dann immer der Schmelz, gegen den Zahnknochen betrachtet, gelblich gefärbt, und so ziemlich in derselben Richtung, wie die Kanälchen des Zahnknochens, verliefen Streifen, welche ich für jenen analog hielt, d. h. für Röhren, die mir aber dicht aneinander gedrängt erschienen.

Als ich aber hierauf nach der Angabe von *J. Müller* *) Zähne des Kalbes untersuchte, fand ich, dass, was ich früher für Röhren gehalten hatte, wie es *Müller* angibt, Nadeln seyen, die mir etwas flach gedrückt erschienen. Eine vier- oder sechsseitige Form derselben habe ich aber nicht finden können. Ich habe hierauf in dem Schmelz der Zähne des Menschen sowohl, als wie der Fleisch- und Pflanzen fressenden Thiere diese Nadeln sehr deutlich gesehen, indem ich Stücke des Schmelzes zwischen zwei glatten Metallflächen zerdrückte. So z. B. beim Löwen, Pferde und beim Ochsen. Natürlich erhält man auf diese Weise aber bloss Bruchstücke, von denen ich einzelne deutlich zugespitzt gesehen habe. Diese Nadeln sind in anein-

*) Annalen der Physik und Chemie v. Poggendorff, Reihe II. B. 8. p. 337.

ander liegender Reihenfolge wohl das, was in Durchschnitten mir als röhrenförmige Bildung erschien, und ich glaube demnach, dass sie einen ununterbrochenen Verlauf durch den ganzen Schmelz haben. *J. Müller* glaubt, dass die weiche Substanz, in welcher bei dem Backenzahne des Kalbes die Nadeln liegen, das Bindemittel für diese selbst sey, und ich habe in der That bei alten Thieren stets ein den Nadeln adhärirendes Pulver gesehen, welches ich für eben dieses erhärtete Bindemittel halte. Behandelt man vorsichtig mit verdünnter Säure, so wird dieses schnell gelöst, und ich habe hierbei keine Entwickelung von Kohlensäure wahrnehmen können. Die Nadeln bleiben dann zurück, lösen sich erst später, oder wenn durch vorsichtiges Neigen des Objectenträgers die Säure entfernt, und durch Wasser ersetzt wird, gar nicht, und man glaubt dann Cristalle unter dem Mikroskope zu haben, welche aus irgend einer Flüssigkeit angeschossen sind. Es mag das Bindemittel oder dieses Pulver aus derselben Substanz, wie die Nadeln selbst, bestehen, denn dass es sich früher löst, als die Nadeln, ist keine Folge vom Gegentheil, sondern kann durch die Pulverform selbst bedingt seyn. Dass diese Nadeln solid sind, kann auf diese Weise, wenn sie sich nämlich in einer Flüssigkeit befinden, deutlich erkannt werden. Eben so glaube ich hier am sichersten wahrgenommen zu haben, dass sie flach sind, indem sie in der Flüssigkeit nicht rollen, sondern stets eine und dieselbe Oberfläche zeigen, auf ähnliche Art wie die Blutkügelchen.

Die Aussenseite des Schmelzes zeigt Zeichnungen und Streifen, welche vielleicht bedingt sind durch den Verlauf der Nadeln selbst, denn ich habe selbe keineswegs Alle parallel verlaufen sehen, sondern es war diess bloss gruppenweise der Fall, wenn ich nämlich annehmen darf, dass die Streifen, die ich im Schmelz der Zähne an Durchschnitten gesehen habe, identisch mit den Prismen oder den Nadeln sind.

Streifen, von denen *Retzius* 24 im Durchmesser einer Linie zählte, verlaufen wellenförmig über den vorderen Theil des Zahnes und rings um die Krone, und *Retzius* glaubt, dass sie von den Schmelzfasern oder Nadeln herkommen, welche in einzelnen Gürteln abgelagert seyn sollen, die schief von der Krone gegen

die Spitze aufsteigen, und von welchen ein Theil den folgenden dachziegelförmig deckt.

An dem äusseren Theile des Schmelzes habe ich öfters, bei auffallendem Lichte, umgränzte Stellen gesehen, welche 4—8 Ecken hatten, und welche auch an ziemlich dicken Stellen des Schmelzes bisweilen schwach durchscheinend erschienen, wenn bei durchfallendem Lichte beobachtet wurde. Diess war besonders bei dem Schmelze der Zähne einiger grösseren Fleischfresser der Fall, bei welchen es möglich war, grössere Parthien des Schmelzes abzusprengen. Es ist vielleicht dieses Durchscheinen durch Windungen bedingt, welche einzelne Bündel der Schmelznadeln in ihrem ganzen Verlaufe erleiden, oder durch eine hierdurch hervorgebrachte, veränderte Strahlenbrechung.

Ich glaube, dass auch ein Theil der anderen Streifungen, welche man an den Zähnen schon mit einer schwachen Lupe wahrnimmt, grossentheils von solcher verschiedener Richtung der Schmelznadeln herrühren mögen.

Ich muss hier noch einer Erscheinung erwähnen, welche ich keineswegs deshalb anführe, um solche als eine neue interessante Entdeckung zu geben, sondern lediglich aus dem Grunde, weil sie vielleicht Jemanden, der sich mit der mikrochemischen Untersuchung der Zähne beschäftigt, anfänglich eben so eine Zeit hindurch irre führen kann, als es bei mir der Fall war. Behandelt man nämlich Durchschnitte des Zahnknochens mit verdünnter Salzsäure, und beobachtet nach einiger Zeit, etwa nach einigen Viertelstunden, das Präparat wieder, so nimmt man eine ziemliche Anzahl von Bildungen wahr, welche an die Blutkörperchen der Vögel erinnern, oder die eine gurkenkernähnliche Gestalt haben.

Ich gestehe ganz offen, dass ich anfänglich diese Formen, die bei den ersten Versuchen stets in gleicher Grösse auftraten und vollkommen transparent waren, für Knorpel-Lamellen gehalten habe, welche bei Zerstörung des Knochens in dieser ihrer ursprünglichen Form zurückgeblieben seyen. Ich habe bei wiederholten Versuchen aber gefunden, dass solche sowohl theils in verschiedener Grösse vorkommen, als auch in Essigsäure leicht

löslich waren, und dass endlich einige derselben, wenn gleich wenige, seitliche Kanten zeigten. Es waren sonach Kristalle.

Ich habe vielleicht im Vorhergehenden, so wie im Nachfolgenden, dem Physiologen manches, jedoch gewiss sehr unfreiwillige Aergerniss gegeben, und andererseits manchem »Beleuchter« ein unschuldiges Vergnügen bereitet, und wünschte daher, es nicht auch mit dem Kristallographen zu verderben. Nichts desto weniger muss ich aussprechen, dass ich diese Kristalle für schiefe rhombische Säulen halte. Ich habe diese Formen Tab. IV. Fig. 4 gezeichnet, wie man sie gewöhnlich sieht, und bei a zwei Exemplare, welche kristallische Bildung zeigen.

Auch beim Behandeln mit Säure von Durchschnitten der eigentlichen Knochen finden sich diese Krystalle, jedoch spärlicher. Ich halte sie daher für phosphorsaure Talkerde, denn ich habe gefunden, dass dieses Salz in den Zähnen in grösserer Menge vorkommt, als in den übrigen Knochen, und ich habe sie stets am häufigsten beim Elfenbein gefunden. Dieses letztere hat aber bisweilen 12 pCt. phosphorsaure Talkerde. Verschiedene Versuche, diese Kristalle durch Auflösen der künstlich dargestellten phosphorsauren Talkerde in Salzsäure, so wie der anderen, im Zahnknochen vorkommenden anorganischen Bestandtheile hervorzubringen, schlugen indess fehl, wesshalb ich sie nicht weiter anführe.

Thierzähne.

Es herrscht in Bezug auf das gegenseitige Verhalten des Zahnknochens, der Rindensubstanz und des Schmelzes bei den verschiedenen Säugethieren ein ziemlicher Unterschied, indem bald eine, bald die andere dieser Substanzen mehr vorherrschend ist; jede einzelne derselben zeigt aber, wenn sie auftritt, bei den Säugethieren einen ähnlichen Charakter wie beim Menschen.

Die eigenthümliche Struktur der Backenzähne der Wiederkauer und Dickhäuter ist bekannt. Die Backenzähne der Nager haben eine ähnliche Form. Besonders bei den Dickhäutern, so beim Pferde und beim Flusspferde ist ein bedeutendes Vorwal-

ten der Rindensubstanz zu bemerken, wenn man sich dieses, ursprünglich wohl vom menschlichen Zahne hergeleiteten Ausdruckes, hier bedienen darf. Denn die Substanz, welche beim Menschenzahne blos die Aussenseite der Wurzel begleitet, und so den Namen Rindensubstanz wohl verdient, ist hier durch die ganze Masse des Zahnes verbreitet, den Schmelz und den Zahnknochen umschliessend, und wieder von beiden, wenn nicht ganz, doch öfters zum grossen Theile, umschlossen. Beim Pferde begleitet die Rindensubstanz den Zahn theilweise bis an die Kaufläche, ja sie ist dort in einzelnen Lagen stärker als an der Wurzel, während ich beim Ochsen die Aussenseite der Krone ganz mit Schmelz überzogen gefunden habe.

Es ist diess derselbe Fall beim Hirsch, Reh und der Ziege. Die Aussenseite der Krone ist mit Schmelz überzogen, auf der Kaufläche aber liegt der Zahnknochen frei und ist schon durch seine gelbliche Färbung leicht erkenntlich.

Bei manchen Individuen dieser Familie scheint aber auch bisweilen auf der Oberfläche des Schmelzes nochmals eine Schicht Rindensubstanz zu liegen. Ich besitze wenigstens die Backenzähne eines sehr alten Hirsches, bei welchen an den Zahnwurzeln eine äusserst dünne Schicht von Rindensubstanz beginnt, und sich über die ganze Krone bis zur Kaufläche fortsetzt, wo sie sich an manchen Stellen stark verdickt, von aussen in die Falten des Schmelzes eindringt und diese ausfüllt. Diese Schicht löst sich fast überall leicht ab, ausgenommen, wo sie dicker und in die Schmelzfalten eingezwängt erscheint. Sie ist vollkommen organisirt und zeigt unter dem Mikroskope ganz die Struktur der Rindensubstanz überhaupt. Ich weiss nicht, ob diess häufiger vorkommt, ob es eine Abnormität ist, oder ob diess Vorkommen von Rindensubstanz durch das jedenfalls sehr hohe Alter des Thieres bedingt ist.

Tab. IV. Fig. 6 zeigt ein Stück des Querdurchschnittes eines Backenzahnes vom Pferde in 20 facher Vergrösserung, a Zahnknochen, b Rindensubstanz, c Schmelz. Figur 7 a den Zahnknochen, und b die Rindensubstanz bei 200facher Vergrösserung. Die Röhrenstruktur herrrcht bei diesen Zähnen sowohl, als bei allen Zähnen der Säugethiere, im Zahnknochen immer vor. Beim

Pferde, so wie bei den übrigen Dickhäutern und Wiederkauern, welche ich zu beobachten Gelegenheit hatte, habe ich meist die Substanz des Zahnknochens, dem Schmelze zunächst, ebenfalls in einer Dicke, die jener des Schmelzes gleich kam, der sie etwas übertraf, begränzt und den Schmelz ringförmig umschliessend getroffen. Fig. 6 aa. Man könnte sagen, dass die Backenzähne eines Theiles dieser Thiere aus mehreren in einander eingeschlossenen Zähnen beständen, so z. B. beim Hirsch und Reh, während beim Pferde der Backenzahn als ein Zahn gedacht werden kann, der seitlich sehr verlängert war, und hierauf zusammengefaltet oder gedrückt wurde.

Es ist mir sehr wohl bekannt, dass die Zähne beim jungen Thiere nicht auf solche Art gebildet werden, sondern ich führe nur an, wie sich der Durchschnitt eines ausgewachsenen Zahnes dem Auge darstellt.

In beiden Fällen aber, sowohl bei den bezeichneten Wiederkauern, als beim Pferde, entstehen sowohl durch das scheinbare Ineinander-Geschobenseyn der Zähne, als auch durch die Zusammenfaltung, Kreise in der ganzen Masse des Zahnes, die beim Hirsch ganz, beim Pferde theilweise mit Schmelz umkleidet sind. Daher machen auch die Kanäle des Zahnknochens hier vielfache Windungen und scheinen bei kleineren Durchschnitten oft verworren zu liegen. Es treten ebenfalls hier beim Zahnknochen mehrfachere Verästelungen der Kanälchen ein, als beim Menschenzahne, im Uebrigen aber scheint die Masse des Inhaltes der Kanälchen gleich dem beim Menschen zu seyn, und überhaupt bei allen Säugethieren nahebei dieselbe. Was den Querdurchmesser der Kanälchen betrifft, so ist jener kleinerer Thiere ein geringerer, als der von grösseren Thieren, und es nähern sich hierin also dieselben wieder den Markkanälchen der Knochen. Aber sind die Unterschiede bei diesen schon verhältnissmässig gering, und fallen nur deutlich in die Augen, bei Thieren, die in der Grösse schon ziemlich differiren, so ist diess bei den Kanälchen der Zähne noch mehr der Fall, und ich habe nur bei Individuen von sehr verschiedener Grösse solche Unterschiede bemerken können.

Die Backenzähne der Nager, die ich untersucht habe, sind ebenfalls gefaltet, so beim Hasen. Aber die Kaufläche der ächten Muriden hat mehr Schmelz, als jene der Hasen. Die Aussenseite der Backenzähne der Hasen ist mit Rindensubstanz überzogen, die in die Falten des Zahnes eindringt. Indessen gehen auch Streifen der Rindensubstanz durch den Zahnknochen, wie Querdurchschnitte zeigen. Tab. IV. Fig. 5 zeigt den Querschnitt eines Backenzahnes von *Lepus timidus*, etwa $^2/_3$ ober der Stelle durchschnitten, wo er sich über den Kieferrand erhebt, bei 20facher Vergrösserung; a ist der Zahnknochen, b die Rindensubstanz, die an der Aussenseite des Zahnes denselben umkleidet, aber beim Schleifen theilweise abgesprungen ist; c der Schmelz, d die in schwachen Streifen im Innern des Zahnes sichtbare Rindensubstanz. Ich habe hier deutlich beobachtet, dass bei c die Rindensubstanz in den Schmelz übergeht. Die bei durchfallendem Lichte gelbliche Farbe des Schmelzes verläuft dort allmählig in die hellere oder ungefärbte der Rindensubstanz, und es zeigen sich kleine Punkte mit Ausläufen und Verzweigungen, die im weitern Verlaufe des den Zahnknochen umschliessenden Streifens bald zu grösseren Gefässen werden, und ganz die Struktur der Rindensubstanz darstellen. Doch ist diese Lage stets noch von jener durch eine dunkle Linie getrennt, welche in dickerer Schicht die Aussenfläche des Zahnes umzieht.

Die Rindensubstanz ist bei allen Zähnen, deren ich so eben erwähnte, sich so ziemlich gleich und kommt auch jener der menschlichen Zähne nahe. In der Rindensubstanz der Zahnwurzel des Vorderzahnes vom *Ovis ammon* habe ich vollkommen deutlich ausgesprochene Knochenkörperchen gefunden, und eben so deutlich Markkanälchen; zugleich war eine deutliche reihenweise Lagerung concentrisch um die Zahnwurzel zu bemerken. Tab. IV. Fig. 8 zeigt einen Theil dieser Rindensubstanz und die Gränze des Zahnknochens. Wie aber beim Zahnknochen die Röhrenstruktur die herrschende ist, so tritt durchgängig bei der Rindensubstanz eine Form auf, die an Knochenkörperchen erinnert. Sie wird bezeichnet durch dunkle Flecke, von denen Verzweigungen und Ausläufe ausgehen, die meist und vielseitig

mit einander verbunden sind. Oefters treten aber auch unverkennbar wirkliche Knochenkörperchen auf, nur ähneln selbe meistens mehr denen, welche in den platten Knochen gefunden werden, als denen in den cylindrischen Knochen, sie sind nämlich selten so in die Länge gezogen, wie diese letzteren, sondern nähern sich mehr der runden Form; auch gehen die Ausläufe von ihnen nicht, wie bei denen der cylindrischen Knochen, von den beiden Längsenden, sondern meist gleich von allen Seiten aus. Indess gibt es auch hier Ausnahmen, und die Richtung, nach welcher die Knochenkörperchen, oder die ihnen ähnlichen Bildungen, in der Rindensubstanz liegen, bestimmt meist auch die ihrer radienartigen Fortsätze. Liegen sie nämlich in einzelnen Gruppen beisammen, scheinbar nach keiner Seite hin irgend einer bestimmten Längsrichtung folgend, so gehen auch die Ausläufe nach allen Seiten hin von Körperchen aus, so wie z. B. Tab. IV. Fig. 7 b bei der Rindensubstanz des Pferdes. Bei Fig. 8 aber, der Rindensubstanz der Zahnwurzel von *Ovis ammon,* folgen die Körperchen einer Längsrichtung, die parallel mit der Gränze des Zahnknochens geht, und hier ist deutlich wahrzunehmen, dass auch die einzelnen Ausläufe in derselben Richtung verlaufen. Beim Stosszahne des Elephanten findet gerade der entgegengesetzte Fall statt. Die Rindensubstanz bedeckt hier den ganzen Zahn, der keinen Schmelz hat, und die Richtung, welche die deutlich ausgesprochenen Knochenkörperchen in denselben nehmen, würde jene bei *Ovis ammon* angegegebene gerade kreuzen. Aber indem sie alle hier quer über die Rindensubstanz verlaufen, so dass, wenn man sich dieselben verlängert und durch den Zahnknochen fortgesetzt denkt, sie in der Zahnhöhle zusammenstossen müssen, haben auch ihre Ausläufe die gleiche Richtung, und einzelne dieser letzteren sind nicht selten so verlängert, dass auch über eine ziemliche Strecke hin zwei Körperchen deutlich verbunden sind. Bei den Stosszähnen der Schweine, die ebenfalls ganz mit Rindensubstanz überdeckt sind, findet derselbe Fall statt.

Bei Gelegenheit des Elfenbeines muss ich der bekannten rautenförmigen Zeichnungen erwähnen, welche man auf Querschnitten derselben wahrnimmt. Unter dem Mikroskope zeigen

sich, schon bei schwacher Vergrösserung, noch andere ähnliche Zeichnungen oder dunklere Färbung, welche concentrisch um die Zahnhöhle verlaufen. Wenn man stärkere Vergrösserung anwendet, und abwechselnd mit auffallendem und durchfallendem Lichte beobachtet, findet man, dass beide Zeichnungen davon herrühren, dass an den helleren Stellen die Kanälchen des Zahnknochens theils sich etwas erweitern und theils gefüllter erscheinen, als an den dunkleren.

Bei durchfallendem Lichte erscheint, was vorher dunkel war, helle. —

Die gelbe Farbe, welche die Aussenseite der Schneidezähne mancher Nager bedeckt, rührt von Eisenoxyd her. Zähne von grösseren Thieren dieser Familie standen mir nicht zu Gebot, aber ich habe diese sonderbare Erscheinung an den Zähnen von *Mus Rattus* untersucht. Ich kann die Aussenseite dieser Zähne, die eben die Färbung zeigt, nicht für Schmelz halten, sondern für Rindensubstanz, die aber eine ganz besondere Härte erreicht hat. Es ist eben so diess der Fall bei den Schneidezähnen vom *Lepus*, aber diese äusserste Schicht erreicht hier nicht die Härte wie bei *Mus*, wovon man sich schon beim Durchsägen der Zähne überzeugen kann.

Tab. IV Fig. 9 zeigt den Längsdurchschnitt eines Schneidezahnes von *Mus Rattus*, 200 fach vergrössert a der Zahnknochen, b Rindensubstanz, c die äusserste dunkelgelbe Schicht, die in ihrer Struktur sich eher der Rindensubstanz als dem Schmelze nähert. Es ist dieselbe mit einer grossen Menge feiner, dicht an einander gelegener und vielseitig verzweigter Kanäle erfüllt, welche der Längsrichtung des Zahnes nach verlaufen. Sie sind offenbar mit irgend einer Substanz erfüllt und erscheinen unter dem Mikroskope grösstentheils dunkel, obgleich sich hier und da auch durch kleine Strecken hellere Färbung zeigt. Die dazwischen liegende Substanz ist dunkelgelb gefärbt; ich habe in denselben keine Struktur wahrnehmen können. Sie erschien mir homogen.

Glüht man ein Stückchen eines solchen Zahnes aus, so dass der Zahn selbst weiss, oder doch nur wenig grau gefärbt erscheint, so verwandelt sich auf dessen Aussenseite die gelbe

Farbe in braun und ist nur an wenigen Stellen etwas schwärzlich gefärbt. Sie hat indess ein rissiges Ansehen erlangt, und man bemerkt unter dem Mikroskope bei auffallendem Lichte, dass dasselbe von einer grossen Zahl der Länge nach gehenden Streifen und Furchen, die sich gegenseitig verzweigen, herrührt. Diese Furchen sind identisch mit den Längskanälchen, die man an den Durchschnitten beobachtet.

Behandelt man ein geglühtes Stückchen dieser braunen Schicht mit verdünnter Salzsäure, die man bald wieder entfernt und hierauf Kaliumeisencyanür zusetzt, so färbt sich die Probe blau, so weit wenigstens vorher durch die Säure die braune Farbe gestört worden ist. Die erste Färbung beginnt aber an den Längsfurchen, und erst nach einiger Zeit färben sich auch die zwischen denselben liegenden Parthien. Ich habe daher geglaubt, schliessen zu dürfen, dass die gelbe Farbe dieser Zähne von Eisenoxyd im Zustande des Hydrates herrührt, und vermuthe, dass solches vorzugsweise in den Kanälen dieser äussersten Rindenschicht deponirt, aber auch in der Substanz, in welcher diese verlaufen, vertheilt ist. Die dunkle Substanz, welche an den Zähnen der Grasfresser gefunden wird, und welche, wie bekannt, in sehr verschiedenen Nuançen auftritt, darf nicht mit diesem Pigmente verwechselt werden. —

Die Zähne der Fleischfresser haben einen einfacheren Bau, als jene der Pflanzen fressenden Säugethiere.

Sie bestehen, wie die menschlichen Zähne, einfach aus dem Zahnknochen, der die Höhle für den Zahnkeim enthält, und dessen oberer Theil mit dem Schmelze, der untere aber mit der Rindensubstanz bedeckt ist.

Die Dicke beider letzteren Substanzen wechselt und richtet sich sowohl nach der Art des Thieres, als nach der Stellung, welche der Zahn einnimmt, und mag, so wie ich wenigstens bemerkt zu haben glaube, sowohl vom Alter, als auch von der Individualität des Thieres abhängen. Bei einigen indessen, die im Wasser leben, fehlt der Schmelz gänzlich, so beim Pottwal, *(Physeter macrocephalus,)* und beim Delphin *(Delphinus Delphis.)* Tab. IV. Fig. 10 zeigt einen Theil des Querdurchschnittes der Krone eines Delphinzahnes. Zahnknochen so wohl wie

Rindensubstanz sind nicht von den anderen Säugethieren unterschieden, und man bemerkt deutlich zwischen den, gewöhnlich in der Rindensubstanz sich findenden grösseren dunkleren Flecken, Knochenkörperchen liegen. Bei schwächerer Vergrösserung scheint die Rindensubstanz aus zwei Schichten zu bestehen, allein die Ursache hievon sind die dunklen Parthien, die den Knochenkörperchen ähnlich aber grösser sind, und die Knochenkörperchen selbst, welche sich in zwei ringförmig um den Zahnknochen laufenden Schichten abgelagert haben. Eine durch genaue Gränze bezeichnete Trennung findet nicht statt.

Die Zähne des Wallrosses, *(Trichechus)* haben ebenfalls keinen Schmelz, bei denen des gemeinen Seehundes aber, *(Phoca vitulina),* findet sich Schmelz vor, indess, eben so wie die Rindensubstanz, nur in einer Schicht von geringer Stärke. Wenigstens war diess der Fall bei den zwei Exemplaren, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, die ich aber für junge Thiere halte.

Beim Löwen, bei der wilden und bei der Hauskatze habe ich in der Rindensubstanz deutliche Knochenkörperchen gefunden, welche viele seitliche Ausläufe hatten, im Uebrigen aber keiner bestimmten Richtung zu folgen schienen.

Beim Fuchse, Hund und Wolfe fanden sich ebenfalls Knochenkörperchen vor, welche aber in concentrischen Kreisen um den Querschnitt des Zahnknochens verliefen. Die kleinsten Knochenkörperchen hatten die Zähne des Wolfes.

Während ich bei den Knochenkörperchen der Knochen aller Säugethiere gefunden habe, dass sie gleiche Grösse haben, mit der Ausnahme, dass die der Kopfknochen überhaupt etwas grösser erscheinen, habe ich bei den Zähnen bemerkt, dass Unterschiede stattfinden, welche aber nicht so, wie die Verschiedenheit der Grösse bei den Markkanälchen, in einem gewissen Bezuge zu jener des Thieres stehen, sondern welche an keine bestimmte Regel gebunden zu seyn scheinen.

Ich habe nur jene Bildungen als Knochenkörperchen angenommen, welche die bestimmte Form zeigten, wie sie in den Knochen überhaupt vorkommen; entweder in die Länge gezogene Formen mit den meisten Ausläufen an den beiden Längs-

enden, wie solche meist in den cylindrischen Knochen vorkommen, oder mehr rundliche Bildungen mit Ausläufen, die sich von ganzen Körperchen aus erstrecken, so wie sie in den platten Knochen vorzugsweise gefunden werden.

Bildungen, die ihnen ähneln, aber nicht gleich kommen, die bald die Grösse der Körperchen der Knochen nicht erreichen, bald solche um das Mehrfache übertreffen, und die keine regelmässig runde oder längliche Gestalt besassen und eben so unregelmässige Ausläufe hatten, habe ich nicht als Knochenkörperchen betrachtet. Aber dennoch habe ich solche gut charakterisirte Knochenkörperchen in verschiedener Grösse angetroffen. Doch sind diese Differenzen nicht bedeutend, und ich glaube nicht, sie viel über oder unter ein Drittel der normalen Grösse annehmen zu dürfen. Diese eben bezeichneten unregelmässigen Formen, welche den Knochenkörperchen ähneln, habe ich schon oben beim Zahnknochen des Menschen erwähnt und abgebildet. Sie kommen übrigens am häufigsten in der Rindensubstanz, und um so häufiger, je weniger sich wirkliche Knochenkörperchen in ihr finden.

Aber eben so, wie ich sie im Zahnknochen des Menschen gefunden habe, fand ich sie auch im Zahnknochen der Pflanzenfresser und dem der Fleisch fressenden Säugethiere. Sie scheinen flach zwischen den Kanälchen zu liegen, und man kann sich dieselben als stellenweise in die Breite gezogene Kanälchen denken.

Raschkow hat in den Backenzähnen des Hasen, Schweines und Hirsches steinige Ablagerungen als ovale oder rundliche Körnchen in der Axe des Zahnes gegen die Schneide desselben reihenweise verlaufen gesehen. Vielleicht sind diess jene Formen gewesen, welche ich auf Tab. IV. Fig. 5 als durch den Zahn gehende Rindensubstanz angegeben habe. Dort glaube ich aber nicht Unrecht zu haben, weil auch die Kanälchen von diesen Stellen auslaufen oder dort zusammentreffen.

Die Kanälchen des Zahnknochens bei den Fleischfressern habe ich im Ganzen wie jene der Pflanzenfresser gefunden, mit der Ausnahme, dass bei letzteren bisweilen häufigere Verästelungen und seitliche wellenförmige Biegungen stattfanden,

besonders an den Stellen, wo solche bis an die Rindensubstanz verliefen oder sich fein mit derselben verästelten. Bei den Fleischfressern verliefen die Kanälchen mehr parallel. Der geringen Unterschiede im Lumen der Kanälchen, bedingt durch die relative Grösse des Thieres selbst, habe ich schon erwähnt.

Fischzähne habe ich nur wenig Gelegenheit gehabt zu untersuchen. Ich habe bei diesen nicht immer eigentlichen Schmelz gefunden, der sich hätte mit Schmelznadeln auflösen lassen, obgleich die meisten derselben eine glänzende Oberfläche haben, welche jener, der mit Schmelz versehenen der Säugethiere, ähnlich ist. Derselbe Fall ist es mit den Kanälchen, die bei den Säugethieren den Zahnknochen charakterisiren.

In zwei Zähnen vom Hay, die übrigens nicht derselben Species angehörten, habe ich eine dünne Lage Schmelz gefunden, eben so beim Flusshechte. Tab. V. Fig. 9 zeigt den Querschnitt eines Zahnes vom Hay, 180 fach vergrössert, der jedenfalls einer sehr grossen Species angehört hat, welche ich aber nicht bestimmen konnte. Der ganze Zahn ist nach allen Richtungen hin mit einer Menge starker Kanälchen durchzogen, die durch vielfache grössere und kleinere Verzweigungen mit einander verbunden sind. Einige dieser Kanäle haben einen in die Länge gezogenen Verlauf und kommen so den Markkanälchen der Knochen nahe, während andere sich seitlich erweitern und damit enden, dass sie nach allen Richtungen hin in kleine Seitenkanäle auslaufen, welche so fein sind, dass sie nur mit stärkeren Vergrösserungen gesehen werden. Den Knochenkörperchen ähnliche Formen kommen nirgends vor, aber die Kanäle sind, wie die Markkanälchen, mit einer Substanz erfüllt, die bei auffallendem Lichte weiss, bei durchfallendem dunkel erscheint, und welche, so wie jene, bei der Behandlung mit verdünnter Säure Kohlensäure entwickelt.

Beim Hechte, Tab. V. Fig. 10, 200 fach vergrössert, bemerkt man eine grosse Anzahl von Kanälen, welche durchschnittlich stärker als die Markkanälchen der Säugethier-Knochen sind, sich so wie jene durch ziemlich starke Seitenkanäle seitlich verbinden, und welche, wie Längsschnitte zeigen, einen Längsverlauf im Zahne haben. a ist diese mit Kanälen durch-

zogene innere Parthie des Zahnes, in deren Mitte ein Kanal verläuft (der aber auf der Zeichnung nicht gesehen werden kann), welcher die übrigen an Stärke des Durchmessers wohl um das Dreifache übertrifft, so dass er die Stelle einer Hauptmarkröhre einzunehmen scheint. In manchen Hechtzähnen kommen zwei bis drei solcher nahe beisammen liegender Kanäle vor, welche stets in der Mitte des Zahnes und in einer Längsrichtung verlaufen. Alle diese Kanäle haben vielfache kleine Ausläufe und Verzweigungen, welche durch den ganzen Zahn ein dichtes Netzmark bilden. Ich weiss nicht, ob ich die Aussenseite des Zahnes b als ganz aus Schmelz bestehend annehmen darf, obgleich ich bei abgesprengten kleinen Stückchen des äusseren Theiles deutlich Schmelznadeln gesehen habe. Diese äussere Lage ist durch eine ziemlich gedrängte Reihe von Kanälchen begränzt, welche sich längs derselben hinzieht, während in ihr selbst auch einzelne dunklere und mit Ausläufen versehene Stellen vorkommen.

Die Zähne der Säge eines Sägefisches, wahrscheinlich *Squalus Pristis*, Tab. V. Fig. 11, hatten keinen Schmelz, waren aber in ziemlich regelmässigen Abständen von Kanälen durchzogen, welche einen geringeren Durchmesser, wie die des Hechtes hatten und scharf begränzt erschienen. Höchst feine, nur bei stärkerer Vergrösserung sichtbare Ausläufe durchzogen die Substanz, die zwischen den Kanälen lag. Es war bei diesen Zähnen sehr deutlich eine dunkle Gränze um jedes einzelne Kanälchen zu bemerken, welche sogleich auf jene führt, die bei den Knochen öfters bemerkt wird, und welche von dem lamellösen Baue des Knorpels herrührt. Bei Behandlung der Durchschnitte mit verdünnter Säure liessen sich auch vollkommen deutlich, genau wie an den Röhrenknochen der Säugethiere, concentrische Ringe beobachten, welche, so wie dort, aus Knorpel-Lamellen bestanden, so dass das Präparat sich kaum von einem mit Säure behandelten Röhrenknochen eines Säugethieres unterschied, besonders da bei solchen die Knochenkörperchen zum grössten Theile unsichtbar werden. In den Zähnen dieses Sägefisches fehlen übrigens die Knochenkörperchen gänzlich, und es ist keine Spur selbst von nur ähnlichen Erscheinungen zu finden.

Bei den Zähnen eines *Labrus* habe ich Kanälchen gefunden, welche denen der Zähne der Säugethiere nahebei gleichkommen. Es haben diese Zähne im Innern eine bedeutende Höhlung, und der gegen diese ziemlich dünne Zahnknochen ist gänzlich mit Kanälchen durchzogen, welche von der centralen Höhle aus gegen Aussen, wie die in den Säugethierzähnen, verlaufen. Sie haben etwa die Stärke jener der menschlichen Zähne, eben so wie diese Seitenverzweigungen, und scheinen dunkel, mithin ziemlich angefüllt. Sie verzweigen sich gegen die Aussenseite des Zahnes, und einige schmale concentrische dunklere Ringe, welche dort auf Querschnitten des Zahnes verlaufen, scheinen mir theils von sehr kleinen Ausläufen derselben, theils auch von Anschwellungen der Kanälchen selbst herzurühren, auf ähnliche Weise, wie solches an der Gränze des Zahnknochens und der Rindensubstanz bei den Säugethierzähnen stattfindet. Eine eigentliche Rindensubstanz oder Schmelz habe ich nicht gefunden.

Von Zähnen der Amphibien habe ich nur die des grossen Nilkrokodils untersuchen können. Es haben dieselbe eine dünne Lage Rindensubstanz, welche den ganzen Zahn, jedoch am oberen Theile desselben in einer ausserordentlich feinen Schicht, bekleidet, und welche daher beim Schleifen der Durchschnitte leicht abspringt oder sich auch gänzlich wegschleift. Die Wurzel ist mit einer dickeren Lage bekleidet, welche mit einem scharfen Messer von den Zähnen vollkommen abgenommen werden kann. Der Zahnknochen selbst zeigt die Kanälchen, wie jener der Säugethiere. Stellenweise kommen in demselben concentrische Ringe vor, welche wieder von Anschwellungen und vermehrter höchst feiner Verästelung der Kanälchen herkommt.

Ich habe keine Gelegenheit gehabt, die Bildung und Entstehung der Zähne beim Menschen oder beim jungen Thiere in solcher Reihenfolge und mit der Genauigkeit zu beobachten, dass ich Wahrnehmungen hätte machen können, die dem schon Vorhandenen als neu dürften hinzugefügt werden. Ich habe mich daher in Betreff der Zähne, eben so wie bei den Knochen, nur auf die schon fertig gebildeten erwachsener Individuen zu beschränken.

Was den Stoffwechsel der Zähne betrifft, so glaubt *Henle*, dass vielleicht ein Wechsel der Kalkerde dabei nicht stattfände; er führt an, dass die Zähne von Thieren, die mit Krapp gefüttert werden, nicht roth werden, ausser bei jungen Individuen, wo sich eben nur die Schicht färbt, die gerade in der Verknöcherung begriffen ist, und dass ferner bei Rhachitis, wo die Knochen Kalkerde verlieren, die Zähne unverändert bleiben.

Dass die Zähne Stoffwechsel überhaupt haben, scheint mir schon deswegen festzustehen, weil sich im Zahnknochen organische Substanz findet, und weil ich glaube, dass, wo solche lebend getroffen wird, auch ein Stoffwechsel vor sich gehen muss. Aber ich möchte denselben auch auf die anorganische Substanz, auf die Kalkerde- und Talkerde-Salze des Zahnes ausdehnen, wenn gleichwohl der Austausch dieser Bestandtheile nur sehr langsam vor sich gehen mag. Nimmt man eine chemische Verbindung zwischen Knorpel und Knochenerde an, so würde diess noch wahrscheinlicher erscheinen, aber auch angenommen, dass die Kalksalze im höchst fein zertheilten Zustande zwischen den Theilen des Knorpels sich befänden, ist es mir nicht recht wahrscheinlich, dass letztere sich verändern sollten, während erstere an Ort und Stelle blieben. Die Kanälchen der Zähne sind wohl die Gefässe, welche den Stoffwechsel derselben grossentheils bedingen. Hiefür spricht ihre Ausmündung in die centrale Höhle des Zahnknochens, durch welche, wie ich glaube, dem Zahne die zum Stoffwechsel nöthige Substanz zugeführt wird, wenn gleich das Periosteum auf gleiche Weise zur Ernährung der Rindensubstanz beiträgt, wie bei den Knochen. Aber die Kanälchen des Zahnknochens sind mit anorganischen Bestandtheilen, wenigstens zum grossen Theile, erfüllt, und ich glaube nicht, dass diese für immer dort deponirt sind, sondern dass es im Stoffwechsel begriffene Theile sind.

Wie sich beim Glühen von Durchschnitten zeigt, ist auch bei den Zähnen, so wie bei den Knochen, die zwischen den Kanälchen liegende Substanz aus organischen und anorganischen Theilen zusammengesetzt, und auch abgesehen hiervon, zeigt schon die bedeutende Menge anorganischer Substanz in den Zähnen, dass dieselbe nicht allein in den Kanälchen abgelagert

seyn kann. Die Vermuthung, dass die Kanälchen also den Stoffwechsel vollführen helfen, ist hierdurch bestätigt. Leider habe ich keine Zähne von Rhachitischen zu vergleichender Analyse ihrer Bestandtheile erhalten können. Dass sich bei alten Thieren durch Krapp die Zähne nicht roth färben, habe ich selbst beobachtet, wenigstens war dies nach 4 wöchentlichem Krappfutter noch nicht der Fall.

Es ist mir gelungen, Durchschnitte von cariösen Zähnen zu Stande zu bringen, an welchen die zersetzten Stellen unter dem Mikroskope beobachtet werden konnten, was nicht immer der Fall ist, da sich solche leicht abschleifen. Gegen die krankhafte Höhle zu, also an der Stelle, wo die Zersetzung zuerst stattgefunden, oder wenigstens am meisten fortgeschritten war, erschien die Substanz des Zahnknochens bräunlich, und es waren nur schwache Andeutungen der Kanälchen zu bemerken. Mit durch Salzsäure von der Knochenerde befreiten Zahnknochen verhält es sich eben so. Weiter gegen den noch gesunden Zahnknochen hin war die Substanz zwar auch noch gelb oder schwach bräunlich gefärbt, aber es waren die Kanälchen noch sichtbar, jedoch mit etwas vergrössertem Volumen, so dass sie dichter aneinander lagen, und der ganze Durchschnitt an solchen Orten dunkler erschien. Eben so erschienen sie mir an solchen Punkten stärker gefüllt, als an den gesunden Stellen.

Von accidenteller Zahnbildung habe ich ein sehr ausgezeichnetes Exemplar durch die Güte meines Freundes, des Hrn. Landgerichtsarztes *Riegel* in Klingenberg erhalten. Es war solches ein vollkommen ausgebildeter Zahn von einem Zoll Höhe und, im stärksten Querdurchmesser, von neun Linien Breite. Man bemerkte zuerst an einer nicht vollkommen genau bezeichneten Stelle des Oberschädels eines dreijährigen Pferdes eine Beule, welche sich bald vergrösserte und für eine Geschwulst gehalten wurde. Als dieselbe mit dem Messer entfernt werden sollte, fand sich der in Rede stehende Zahn, der, so lautet die Mittheilung des Thierarztes, mittelst eines Knorpels auf dem Knochen des Oberschädels angewachsen war. Genauere Umstände wurden, wie es scheint, bei der Operation nicht berücksichtigt. Ob das Thier die seinem Alter angemessene Anzahl

Zähne gehabt hat, habe ich ebenfalls nicht erfahren können. Die Oberfläche des Zahnes war schwach abgeplattet, die untere Seite desselben, wo er auf dem Knorpel aufsass *), etwas vertieft, und in der Mitte der Vertiefung trat eine kleine Spitze hervor, welche für einen Versuch von Zahnwurzelbildung genommen werden kann.

Ganz eigenthümlich aber ist, dass die eine Hälfte des Zahnes so wie dessen obere Fläche, die der Kaufläche analog seyn würde, vollkommen, jedoch in höchst dünner Schicht mit jener braunen Substanz überzogen ist, die sich meist, ja fast immer an den Zähnen der Pflanzenfresser findet.

Hierdurch tritt klar hervor, dass selbe nicht durch äussere Einwirkung, etwa wie der sogenannte Weinstein der menschlichen Zähne, erzeugt wird, sondern mit der Zahnbildung selbst im Bezuge steht.

Ich habe diese Substanz überhaupt bis jetzt noch nicht untersucht, bin aber Willens, wenn es mir meine Zeit einigermassen erlaubt, in der Folge eine Reihe von Untersuchungen mit derselben anzustellen, da sie vieles Interesse darbietet.

Die chemische Beschaffenheit des beschriebenen accidentell gebildeten Zahnes stimmt mit der wirklicher Zähne überein. Sie ist weiter unten aufgeführt.

Auf Tab. III. Fig. 4 ist ein Theil des Querdurchschnittes dieses Zahnes bei schwacher Vergrösserung dargestellt. Es zeigt sich derselbe auch bei starker Vergrösserung als gänzlich mit wirklicher Zahnsubstanz identisch, und es stellt ein Querschnitt des ganzen Zahnes in etwas verkleinertem Maasstabe den eines Backenzahnes vor. Die Rindensubstanz zeigt Knochenkörperchen, und Schmelz und Zahnknochen haben ganz die normale Struktur.

In einer thierärztlichen Zeitschrift **) findet sich ein ganz ähnlicher Fall beschrieben. Es heisst dort:

---

*) Als ich das Präparat erhielt, war es vom Knorpel abgelöst, und es kam letzterer nicht in meine Hände.

**) Magazin für die gesammte Thierheilkunde von Dr. Gurlt und Dr. Hertwig. Jahrg. 8. Heft 4. Berlin 1842.

»Zahnbildung an einem ungewöhnlichen Orte beobachtete Kreisthierarzt *Meer* bei einem 4 Jahre alten Pferde; zuerst sah man nur eine kleine Fistelöffnung am Grunde der Ohrmuschel; nach einigen Monaten aber kam ein Backenzahn zum Vorschein, der zwar fest angewachsen war, aber sich doch unter der Haut bewegen liess. Er wurde herunter genommen und eingesendet. Das Thier besitzt übrigens die seinem Alter angemessene Anzahl von Backenzähnen.«

Wie mir mein Freund *Bettinger*, Thierarzt in München, mittheilt, hat man dort vor längerer Zeit eine ähnliche Bildung beobachtet.

Auch in Balggeschwülsten, besonders der Eierstöcke, kommen bisweilen Zähne vor.

Bestandtheile der Knochen.

Bestandtheile der Knochen.

Ich werde nun die Substanzen angeben, welche ich in den Knochen aufgefunden habe, und zugleich die Methode, welche angewendet wurde, um die Knochen quantitativ zu untersuchen. Ich spreche hier vorzugsweise von den Knochen der Säugethiere und Vögel. Die

phosphorsaure Kalkerde

bedarf weiter keiner besonderen Erwähnung. *Gahn* hat dieselbe zuerst als den Hauptbestandtheil der Knochen nachgewiesen. *Scheele,* dem er diese Entdeckung mittheilte, erwähnte derselben später bei Entdeckung der Flusssäure, und man hat längere Zeit, wie *Berzelius* bemerkt, sicher gegen den Willen *Scheele's*, denselben für den Entdecker des phosphorsauren Kalkes in den Knochen gehalten.

Die phosphorsaure Kalkerde ist in den Knochen aller Thiere, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, stets im Verhältnisse von $\dot{\text{Ca}}$ 51.549 zu $\ddot{\text{P}}$ 48.451 enthalten, für welche Zusammensetzung man die Formel $\dot{\text{Ca}}^{8} + \ddot{\text{P}}^{3}$ angenommen hat.

Ueber eine chemische Verbindung dieses Salzes mit dem Knochenknorpel, so wie über die Darstellung einer solchen Verbindung, habe ich schon im Vorhergehenden Gelegenheit gehabt, einige Worte zu sagen.

Phosphorsaure Talkerde.

Man hat die Talkerde, die in den Knochen gefunden wird, gewöhnlich als phosphorsauer angenommen, und fast alle Chemiker, welche sich mit der Analyse von Knochen beschäftigt haben, haben solche als phosphorsaures Salz in Rechnung gebracht. So in neuerer Zeit *Frerichs* *), *Marchand* **), *Lehmann* ***).

Nasse, ****) der übrigens meist Knochen von kranken Individuen untersuchte, berechnet die Talkerde als kohlensauer, hat aber etwas weniger als die übrigen Beobachter gefunden.

Berzelius †) hat die Knochen von Menschen und Ochsenknochen untersucht, und bei Angabe der Resultate die Talkerde ebenfalls als phosphorsauer angeführt; er sagt indessen, dass es nicht unwahrscheinlich sey, dass dieselbe als kohlensauer in den Knochen vorhanden, und nur durch die analytische Methode als phosphorsauer erhalten wurde.

Es erscheint auf den ersten Blick nicht mit besonderen Schwierigkeiten verknüpft, diese Frage zu entscheiden, indem die Talkerde aus einer Lösung, die Salmiak enthält, durch Ammoniak nicht gefällt wird, wenn sie nicht an Phosphorsäure gebunden ist, und es würde mithin genügen, eine Lösung der geglühten Knochen in Salzsäure mit Ammoniak zu fällen, zu filtriren, die im Filtrate befindliche, ursprünglich als kohlensauere vorhandene Kalkerde mit oxalsaurem Ammoniak niederzuschlagen, und hierauf auf Talkerde zu prüfen.

Dieser Versuch scheitert aber daran, dass bei Gegenwart von phosphorsaurem Kalke, die Talkerde bei Zusatz von Ammoniak stets, wenigstens theilweise, als phosphorsauer mit niederfällt, selbst wenn sie im reinen Zustande, und nicht als phosphorsauer, in die Lösung gebracht worden ist.

---

*) Anal. d. Chemie u. Pharm. v. Liebig u. Wöhler. B. 43 p. 251.

**) Jour. f. pr. Chemie v. Erdmann u. Marchand. B. 27. p. 83.

***) Schmidt'sche Jahrbücher. B. 38. p. 277—1843.

****) Jour. f. pr. Chemie v. Erdmann u. Marchand. B. 27. p. 274.

†) Lehrbuch d. Chemie. B. 9. p. 545.

Aber auch die nicht unbedeutende Löslichkeit der phosphorsauren Kalkerde, besonders aber der frischgefällten basisch phosphorsauren Kalkerde, tritt störend auf. Denn wenn man sich die Knochenerde künstlich bereitet, indem man Chlorcalcium in kleinen Quantitäten in überschüssiges phosphorsaures Natron eingiesst, und den so erhaltenen phosphorsauren Kalk nach dem Glühen und Wägen mit einer gleichfalls gewogenen Menge phosphorsaurer Talkerde mengt, in Salzsäure löst, mit Ammoniak niederschlägt und filtrirt, findet man bisweilen, dass man schon im ersten Filtrate durch Kleesäure Kalkerde nachweisen kann, wenn gleichwohl durch Ammoniak nichts weiter gefällt wird. Setzt man aber das Auswaschen eine kurze Zeit hindurch fort, so erhält man aus der durchgegangenen Flüssigkeit stets bedeutende Mengen von Kalkerde, und wird derselbe durch Kleesäure gefällt, so findet sich immer auch Talkerde im Filtrate. Man kann also, im Falle man auch Talkerde in der vorher mit Ammoniak gefällten Lösung der Knochen findet, nicht gerade zu behaupten, dass sie von ursprünglich als kohlensauer anwesender Talkerde herrührt. Ich habe vielfältige und oft wiederholte Versuche angestellt, indem ich sowohl getrocknete und gewogene Knochen, als auch künstlich bereitete basisch phosphorsaure Kalkerde mit kohlensauerer, so auch wie mit phosphorsauerer Talkerde versetzte, und hierauf mit Ammoniak fällte, aber ich habe trotz dem, dass ich stets gleiche Mengen, gleich concentrirter Ammoniakflüssigkeit anwendete, so wie gleiche Mengen Wasser, zur Verdünnung, doch nie recht zusammenstimmende Resultate erhalten können.

Wurden z. B. gleiche Mengen geglühter Talkerde und phosphorsauren Kalkes aus der Lösung in Salzsäure zusammen mit Ammoniak niedergeschlagen, so enthielt in den meisten Fällen das erste Filtrat Kalkerde, und der Niederschlag selbst neben der phosphorsauren Kalkerde auch bedeutende Mengen von Talkerde. Aber in manchen Fällen war in dem ersten Filtrate auch kein Kalk enthalten, und also vollständig niedergefallen, während dennoch bedeutende Mengen von Talkerde als phosphorsauer gefällt worden waren.

Es scheint keinem Zweifel unterworfen, dass sich die Talkerde bei solchen Gelegenheiten eines gewissen Theiles der Phosphorsäure des Kalkes bemächtiget, allein nicht stets im constanten Verhältnisse; wenigstens ist es mir nicht gelungen, ein solches herzustellen. Hat man indessen eine Mengung, in welcher die Masse der Talkerde die der Kalkerde bedeutend überwiegt, so erhält man bestimmtere Resultate, indem die phosphorsaure Ammoniak-Talkerde, trotz dem dass sie auch im Wasser nicht ganz unlöslich ist, diess doch nicht in so hohem Grade, als die frisch gefällte phosphorsaure Kalkerde zu seyn scheint.

Als ich die mit Alkohol und Aether vom Fette befreiten Knochen mit stark verdünnter Essigsäure behandelte, habe ich gefunden, dass, wenn die Säure den gehörigen Grad von Verdünnung hat, keine kohlensaure Talkerde oder überhaupt gar keine Talkerde aus den zerkleinerten Knochen ausgezogen wird. *Lehmann* *) hat dieselbe Erfahrung gemacht. Ich habe eine Flüssigkeit angewendet, in welcher auf zwei Unzen Wasser ein Tropfen Essigsäure von 1.060 specif. Gewicht kam. Bei Anwendung von wenig mehr Säure fand sich Talkerde in der Flüssigkeit, aber es war dann auch jedesmal Phosphorsäure nachzuweisen. Ich habe auf diese Weise geprüft: Femur, Tibia, Humerus eines einjährigen Kindes; von einem 20jährigen Manne: Femur, Humerus; von einem 23jährigen Manne verschiedene Schädelknochen. Ferner das Femur einer Hauskatze, eines jungen und das eines ausgewachsenen Fuchses, eines Ochsen, einer Ziege, eines Rehes und eines Schweines; Femur und Humerus eines Uhu, eines Thurmfalken, eines Buntspechtes, eines grauen Reihers, einer Rohrdommel, eines Rebhuhnes und eines Haushuhnes.

Ich bin hierdurch veranlasst worden, die Talkerde als phosphorsauer in den Knochen anzunehmen.

Es ist aber noch ein Grund vorhanden, der für diese Annahme spricht. Eine ziemliche Quantität der phosphorsauren Erden, welche durch den Harn und die festen Excremente aus

*) Lehrbuch der physiolog. Chemie, Bd. I. p. 151.

dem Körper geschafft werden, wird wohl durch die thierische Stoffmetamorphose selbst erzeugt, indem der Phosphor des verzehrten Albumins, Fibrins etc. sich oxydirt, und sich mit dem, ihm in anderen Verbindungen gebotenen Erden verbindet.

Wenn nun die Talkerde, wie es aus den obigen Versuchen erhellt, im Stande ist, sich der Phosphorsäure des Kalkes zu bemächtigen, wenn sie mehr Verwandtschaft zur Phosphorsäure, als jene zu haben scheint, so ist nicht abzusehen, warum sie sich im thierischen Körper selbst nicht mit der frisch entstandenen Phosphorsäure verbinden, und beim Ersatz, beim Austausch oder bei der Zunahme der Knochensubstanz als phosphorsaure Talkerde auftreten sollte, wenn gleichwohl ein Theil der Kalkerde in den Knochen als kohlensauer besteht.

Kohlensaure Kalkerde.

Dass eine gewisse Menge der Kalkerde in den Knochen mit Kohlensäure verbunden ist, ist längst bekannt, und man kann sich hiervon leicht überzeugen, wenn man eine gewogene Menge bei hinlänglich hoher Temperatur getrockneten Knochens in einem Apparate zur directen Bestimmung der Kohlensäure auflöst, und die durch den Gewichtsverlust gefundene Menge Kohlensäure bemerkt. Glüht man hierauf eine weitere Menge desselben Knochens, ersetzt die etwa entwichene Kohlensäure durch Behandlung mit kohlensaurem Ammoniak, wiegt, löst in Säure, entfernt die Phosphorsäure, und fällt alle Kalkerde durch kleesaures Ammoniak, so findet man, dass wenn man die Menge der Kalkerde, die nöthig ist, mit der vorhergefundenen Kalkerde kohlensauren Kalk zu bilden, abgezogen hat, der Rest der Kalkerde gerade hinreicht, phosphorsaure Kalkerde zu bilden. Denn wenn man die durch weitere Versuche gefundene Menge in Wasser löslichen Salze, und die phosphorsaure Talkerde hinzurechnet, erhält man stets das Gewicht des geglühten Knochens.

Man wird indessen bei den im Folgenden angegebenen Analysen finden, dass die Quantität der kohlensauern Kalkerde wechselt, und das zwar nicht allein bei den verschiedenen Gat-

tungen der Thiere, als auch bei den verschiedenen Individuen einer und derselben Art.

Wasserauszug frischer und geglühter Knochen.

Werden Knochen, welche man von der Knochenhaut und dem äusserlich anhängenden Markfette befreit hat, mit Wasser behandelt, und der erhaltene Auszug hierauf zur Trockene verdampft, so erhält man eine Salzmasse, die durch etwas organische Substanz bräunlich gefärbt ist, und eine ziemliche Menge kohlensaures Natron, weniges Chlornatrium, eine Quantität Eisen und Spuren von Kalkerde, Talkerde und Phosphorsäure enthält. Hat man die Knochen durch Aether vorher vom Fette befreit, so erhält man dieselben Substanzen; hat man aber längere Zeit mit Alkohol ausgezogen, so wird das hierauf durch Wasser ausgezogene Salzgemenge etwas verändert, indem der Alkohol neben dem Fette auch einen Theil der in ihm löslichen Salze ausgezogen hat. Arbeitet man mit grossen Mengen von Knochen, so dass die an und für sich geringe Menge von Kalkerde, Talkerde und Phosphorsäure etwas bedeutender wird, und setzt man der mit einigen Tropfen Salpetersäure versetzten Lösung des Salzgemenges Ammoniak zu, so erhält man einen geringen Niederschlag, der aus phosphorsauren Erden besteht, und in der über diesem Niederschlag stehenden Flüssigkeit findet man gewöhnlich keine Phosphorsäure mehr, wenn sich, was öfters trotz der Uebersättigung mit Ammoniak doch der Fall ist, nicht auch Kalkerde in derselben nachweisen lässt.

Ich habe daher geglaubt, durchschnittlich den Schluss ziehen zu dürfen, dass die Phosphorsäure im Wasserauszug ungeglühter Knochen nicht an Natron, sondern an Kalkerde und Talkerde gebunden ist.

Eine grosse Reihe von Versuchen hat mich zu dieser Ueberzeugung gebracht, aber ich habe in der Folge im Wasserauszuge dennoch in einigen Fällen Phosphorsäure gefunden, ohne Kalkerde und Talkerde nachweisen zu können, und ich glaube daher, dass bisweilen sich auch eine geringe Menge phosphorsaures Natron in den Knochen befindet.

Werden die Knochen, nachdem sie vorher durch Alkohol und Aether vom Fette befreit worden sind, im zerkleinerten Zustande durch längere Zeit mit öfters erneutem Wasser behandelt, hierauf getrocknet und geglüht, und wieder mit Wasser behandelt, so erhält man ein Salzgemenge, welches wieder kohlensaures Natron, Chlornatrium, aber auch Schwefelsäure, und nebenher noch Kalkerde und Talkerde enthält. Bisweilen findet man auch Spuren von Phosphorsäure. Die Kalkerde rührt in diesem Falle von der durch das Glühen des Knochens kaustisch gewordenen kohlensaueren Kalkerde her, denn wenn nach dem, zur Zerstörung des Knorpels nöthigen, heftigen Glühen, der Glührückstand mit kohlensaurem Ammoniak behandelt, und nochmals, jedoch schwach geglüht wird, erhält man nur wenige Kalkerde. —

Ich glaube, dass die Salze, die man in dem Wasserauszuge ungeglühter Knochen findet, zum grössten Theile aus den Gefässen herrühren, welche zur Ernährung der Knochen dienen, aber ich weiss nicht, ob es möglich ist, die Knochen durch Ausziehen mit Wasser, sind sie auch noch so sehr zerkleinert worden, vollkommen von diesen in den mikroskopischen Gefässen eingeschlossenen Salzen zu befreien. Es mögen daher vielleicht die Spuren von phosphorsaurer Talkerde, die man bisweilen im Wasserauszuge geglühter Knochen findet, so wie der sehr geringe Antheil Kalkerde des Chlornatrium und des kohlensauren Natron zum Theile hiervon herrühren.

Aber der Knorpel enthält auch Schwefel.

Der Schwefelgehalt des Knochenknorpels wird weiter unten bei der Aufführung der mit künstlich dargestelltem Knochenknorpel angestellten Versuche, ausführlicher abgehandelt werden, und ich habe seiner jetzt nur deshalb erwähnt, um den Gehalt an Schwefelsäure zu erklären, den man im geglühten Knochen findet.

Hat man nämlich Knochen so lange mit sehr verdünnter Salzsäure behandelt, bis die erneute Säure keine Spuren Kalkerde mehr erkennen lässt, durch oft erneutes Wasser dann wieder alle Salzsäure entfernt, und verbrennt hierauf den getrockneten Knorpel, so erhält man keine Spur von Asche und

in dieser Spur nur selten Anzeige von Schwefelsäure. Erhält man etwas mehr Asche, und untersucht dieselbe, so rührt sie von nicht vollständig ausgezogener phosphorsauerer Kalkerde her. Denn wiederholt man mit einer aufbewahrten Menge desselben Knorpels das Ausziehen mit Säure, und verbrennt alsdann, so findet sich kein Aschenrückstand mehr.

Der Schwefel des Knorpels verbrennt in diesem Falle, und die gebildete Säure verflüchtigt sich, da keine Base vorhanden, mit der sie sich verbinden kann.

Kocht man aber den vollkommen ausgezogenen Knorpel mit reinem kohlensauren Natron, dampft ein und verbrennt alsdann, so findet man Schwefelsäure im Aschenrückstand.

Die neu entstandene Säure hat schwefelsaures Alkali gebildet.

Einen Natrongehalt des Knorpels selbst habe ich nicht nachweisen können. Ist Natron mit dem Knorpel wirklich chemisch verbunden; so wird jedenfalls die Verbindung durch die Behandlung mit Säure, selbst der verdünntesten, zersetzt und das Natron entfernt.

Um aber den Gehalt an kohlensaurem Natron im Wasserauszuge geglühter Knochen zu erklären, bedarf man keineswegs eines solchen Natrongehaltes des Knorpels, da sich schon kohlensaures Natron im ungeglühten Knochen findet.

Es sind also, wie ich glaube, die Salze, welche man im Wasserauszuge findet, das kohlensaure Natron, das schwefelsaure Natron, Chlornatrium, und Kalkerde, Talkerde und Phosphorsäure, ein Gemenge, theilweise aus den Gefässen des Knochens herrührend, theils aber auch durch den Schwefel und Phosphorgehalt des Knorpels durch Zersetzung in der Glühhitze neu gebildet.

Dass man nur wenig und nicht immer Phosphorsäure findet, mag wohl davon herkommen, weil sich die neu entstandene Säure vielleicht mit einem Antheile des von Kohlensäure befreiten Kalkes verbunden hat.

Eisen.

Ich habe eben erwähnt, dass man im Wasserauszuge ungeglühter Knochen Eisen findet, und dieser Antheil Eisen kann wohl unbedingt den Flüssigkeiten der Gefässe des Knochens zugerechnet werden. Wird aber der aufs Sorgfältigste mit Wasser ausgezogene Knochen geglüht und hierauf in Säure gelöst, so findet sich stets wieder eine Spur Eisen in der Lösung. Wenn es möglich ist, den zerkleinerten Knochen durch Wasser vollständig von den in den feinen Gefässen befindlichen Salzen zu befreien, so muss dieser zweite Antheil Eisen als der eigentlichen Knochensubstanz angehörig betrachtet werden. Aber ich habe schon im Vorhergehenden bemerkt, dass ich fast glauben möchte, dass diess nicht vollständig gelingen dürfte. Jedenfalls ist die ganze Menge des Eisens, die in den Knochen gefunden wird, nur sehr gering. Nimmt man grössere Mengen von Knochen in Untersuchung, so dass man hinlängliche Quantitäten Eisenoxyd erhält, lässt sich stets auch Mangan, der treue Begleiter des Eisens, in selben nachweisen, aber immer nur in geringer Menge, etwa zu 1 — 1.5 pCt. der Eisenmenge. Ich habe bei allen folgenden Analysen dieser Eisen- und Manganspur nicht mehr erwähnt, und es mag selbe bei den gewichtlichen Angaben als unter der Rubrik »Salze« mit inbegriffen seyn. Man wird mir hier nicht unterlegen, als verkenne ich die physiologische Bedeutung des Eisens im Organismus.

Fluor.

Das Vorkommen von Fluor in den Knochen ist in neuerer Zeit von *Girarder* und *Preisser*)* geläugnet worden, indem sie an der bezeichneten Stelle Folgendes sagen:

» Wir haben nicht die geringste Spur von Fluorcalcium in den vor langer Zeit begrabenen menschlichen Knochen erkennen können, während wir dasselbe immer in den fossilen Knochen der Thiere gefunden haben.

---

*) Compt. rend. F. XVI. und Journal f. p. Chemie. B. 29 p. 320.

Die Existenz dieses Salzes in den frischen Knochen des Menschen und der Thiere ist mehr als zweifelhaft. *Morichini und Berzelius* sind, so zu sagen, die einzigen Chemiker, welche die Gegenwart desselben in den frischen Knochen angeführt haben. Wir haben vergebens darnach gesucht, und *Klaproth* (Journal de Physique T. LXII. p. 225) und *Rees* sind nicht glücklicher gewesen, wie wir. Dieser letztere Chemiker behauptet, dass es keine Fluor-Verbindungen in den lebenden Materien gebe, und er glaubt, dass die zur Aufsuchung der Fluss-Säure befolgte Methode zu einem Irrthume in dieser Ansicht Anlass gegeben haben möge, indem diese Säure mit der Phosphorsäure verwechselt wurde, welche die auf die Knochen einwirkende Schwefelsäure bei der Destillation mit sich fortriss (The Athenaeum 1839, p. 675. — Edinb. Journ. January 1840). Es ist wohl kaum anzunehmen, dass ein so gewandter Chemiker wie *Berzelius* einen solchen Irrthum begehen könnte. Wie dem auch sey, so folgt immer aus diesen widersprechenden Behauptungen, dass die Gegenwart des Fluorcalciums in den frischen Knochen, wenn sie wirklich statt hat, nur ganz zufällig und nicht constant ist, und dass, weil dieses Salz in allen fossilen Knochen vorkommt, es nothwendigerweise in Folge einer Infiltration von Aussen hineingelangt, denn die Mineralisation und die Fossilisation hat nicht die Kraft, mineralische Materien aller Art zu schaffen und zu bilden, wie die Lebenskraft in den lebenden Organen.

Von der constanten Gegenwart des Fluorcalciums in den fossilen Knochen und von der Abwesenheit oder ausserordentlichen Seltenheit dieses Salzes in den frischen Knochen kann man einen sichern Charakter ableiten, um über den Ursprung gewisser Gebeine zu urtheilen, welche in den Höhlen oder in den Gebirgsschichten der Erde gefunden werden. Denn wenn die Analyse in einem unbekannten Knochen das Fluorcalcium in einem bemerkbaren Verhältnisse nachweist, so kann man überzeugt seyn, dass es ein fossiler Knochen eines antedilucianischen Thieres ist, und kein menschlicher Knochen.

Wir halten deswegen das Knochenfragment des *Otarie à crinière* (Seelöwe) von der Magellanischen Meerenge für fossil, obgleich *C. Deslongchamps* uns dasselbe mit der Etiquette eines

nicht fossilen Knochens zugesandt hat, denn wir haben darin eine bedeutende Menge von Fluorcalcium nebst Kieselerde (22 u. 21 pCt.) gefunden.«

Morichini und *Berzelius* sind indessen nicht die einzigen, die Fluor in den Knochen gefunden haben, denn *Erdmann* *) hat schon im Jahre 1840 in Leipzig auf die Arbeit von *Rees* bekannt gemacht, dass er Fluor in den Knochen gefunden habe, und ich lasse *Erdmann's* Angabe hier ebenfalls wörtlich folgen:

»*C. O. Rees* (Phil. Mag. Jan. 1840) hat bekannt gemacht, dass es ihm nicht gelungen sey, Fluor in den Knochen, Zähnen und dem Harne nach dem gewöhnlichen Verfahren, durch Behandlung der Substanzen mit Schwefelsäure und Bedeckung mittelst einer mit Wachs überzogenen und gravirten Glasplatte, aufzufinden. Bei der Destillation von Knochen mit verdünnter Schwefelsäure, nach dem Verfahren von *Berzelius*, erhielt er zwar eine saure Flüssigkeit, welche aber beim Abdampfen auf Glas dieses nicht angriff. Dagegen erhielt er von fossilem Elfenbein eine Aetzung des Glases. Er schliesst die Beschreibung seiner Versuche, indem er die Ueberzeugung ausspricht, dass das Fluorcalcium im fossilen Elfenbein als eine fremde, durch theilweise Mineralisation der thierischen Substanz in dasselbe gelangte Substanz betrachtet werden müsse; dass frisches Elfenbein, Zahnschmelz, Knochen und Harn kein Fluor enthalten, und dass überhaupt das Fluorcalcium aus der Liste der Bestandtheile thierischer Körper auszustreichen sey. Er glaubt, dass Glasaetzung, welche andere Chemiker, namentlich *Berzelius*, bei Prüfung der Knochen auf Fluor erhalten haben, der schlechten Beschaffenheit des angewandten Glases zugeschrieben werden müsse. —

Diese Angabe beruht durchaus auf ungenauen Versuchen. Wahrscheinlich haben viele Chemiker sich durch eigene Versuche von dem Vorkommen des Fluors in den Knochen überzeugt. Ich habe die Angaben von *Rees* geprüft und sie, wie zu erwarten war, vollkommen unrichtig gefunden. Ich wendete zu den Versuchen menschliche Röhrenknochen (Oberarmknochen

---

*) Journal f. p. Chemie, B. 19. p. 446.

und Schenkelbein), so wie Zähne an. Sie wurden nach dem Ausglühen an der Luft fein gepulvert, in einem Platintiegel mit concentrirter Schwefelsäure gemischt, und das Gemisch schnell mit der auf die gewöhnliche Weise vorbereiteten Glasplatte überdeckt, die durch aufgetröpfelten Aether kalt gehalten wurde. Der Angriff des Glases erfolgt, ohne dass man nöthig hat, das Gemisch zu erwärmen, da beim Uebergiessen der Knochen mit der Säure eine zur Austreibung des Fluors hinreichende Temperaturerhöhung eintritt. Der grösste Theil des Fluors entweicht schon im ersten Augenblicke mit der sich entwickelnden Kohlensäure, und es ist deshalb wesentlich, den Tiegel so schnell als möglich mit der gezeichneten Glasplatte zu bedecken. Versäumt man dieses, so wird die Aetzung nur sehr schwach und erst beim Anhauchen sichtbar. Bei Anwendung grösserer Mengen von Knochenerde und schnellem Uebergiessen derselben mit Schwefelsäure habe ich so tiefe Aetzungen erhalten, dass man dieselben mit dem Fingernagel deutlich fühlen konnte. Zahnschmelz gab keine stärkere Aetzung, als andere Knochensubstanz. Zu den Versuchen dienten theils thüringische, theils böhmische Gläser von bester Beschaffenheit, ausserdem Uhrgläser unbekannten Ursprungs, welche alle von den Dämpfen der Schwefelsäure allein nicht im mindesten angegriffen wurden.«

Auch *Marchand* *) hat Fluor in den Knochen gefunden, und erwähnt zugleich einer Analyse von *Berzelius*, der ebenfalls Fluss-Säure fand. Was meine Versuche betrifft, so habe auch ich stets Fluor auffinden können, und diess zwar, wie *Marchand* **) bemerkt, bei fossilen Knochen stets in grösserer Menge, als in den Knochen noch jetzt lebender Thiere, allein auch bei diesen letzten waren stets deutlich nachweisbare Spuren dieses Körpers vorhanden. Ich habe bei der Probe auf Fluor die geglühten Knochen in einer gläsernen Retorte mit Schwefelsäure, die zu gleichen Theilen mit Wasser gemengt war, destillirt und jedesmal ein Destillat erhalten, welches den deutlichen Geruch nach Kiesel-Flusssäure hatte und auch an einigen

*) Lehrbuch der phys. Chemie v. R. F. Marchand, B. I. p. 86.

**) Ebendaselbst, B. I. p. 100.

Stellen die Vorlage schwach ätzte. Die Retorte selbst aber war, so weit in derselben die Flüssigkeit reichte, jedesmal mehr oder weniger angegriffen, und zwar bisweilen ziemlich stark, wenn grössere Mengen von Substanz angewendet wurden. Auch der obere Theil der Retorte, der nicht von der Flüssigkeit erreicht wurde, erschien nach dem Trocknen öfters matt und geätzt, und zwar so, dass es deutlich ersichtlich war, dass diese Aetzung nicht etwa vom Aufspritzen der kochenden Masse herrührt. In einigen Fällen habe ich auch auf einer mit Wachs überzogenen Glastafel, auf welcher Schriftzüge angebracht waren, schwache, aber beim Anhauchen sichtbare Aetzung erhalten, wenn in einem grösseren, 2 Unzen Wasser haltenden Platintiegel die Knochen mit Schwefelsäure erwärmt wurden; in einem kleineren Gefässe aber und bei Anwendung von weniger Substanz war diess nicht der Fall. — Die von *Wöhler*)* vorgeschlagene Methode, die Flusssäure quantitativ zu bestimmen, indem die durch Schwefelsäure entwickelte Flusssäure in verdünntes Ammoniak geleitet und durch Chlorcalcium als Fluorcalcium gefällt wird, habe ich wegen Mangels an einer Platinretorte nicht anwenden können. Als ich die weiter von *Wöhler* angegebene Methode versuchte, bei welcher in einem ähnlichen Apparate, wie jener, den man zur quantitativen Bestimmung der Kohlensäure anwendet, die zu analysirende Substanz mit Kieselerde gemengt und mit concentrirter Schwefelsäure behandelt wird, erhielt ich 0.8 bis 0.4 %. Aber die in den Knochen vorhandene Kohlensäure scheint störend auf den Versuch einzuwirken, wenn man gleichwohl dieselbe zuerst entweichen lässt und vor dem Erwärmen auf's Neue wägt.

Ich habe Menschenknochen und die Knochen von Fleisch und Pflanzen fressenden Säugethieren, und eben so auch die von verschiedenen Vogelarten untersucht, und habe in allen Fluor gefunden. Von kaltblütigen Thieren habe ich die Schale von *Testudo graeca*, einige Froscharten und die Rückwirbel einiger See- und Süsswasserfische untersucht und dasselbe Resultat erhalten.

---

*) Journal f. p. Chemie. B. 18. p. 284.

Ich habe ferner, um zu sehen, ob die Aetzung der Glasgefässe, in welchen die Destillation oder das Kochen der Knochen vorgenommen wurde, nicht etwa von fremder Einwirkung bedingt sey, folgende Versuche angestellt.

Es wurden geglühte Knochen mit Schwefelsäure durch längere Zeit gekocht, und diess zwar in Glaskolben auf einem stark geheizten Sandbade. In Kolben desselben Glases wurde sehr concentrirte Phosphorsäure gegeben, Schwefelsäure zugesetzt und auf demselben Sandbade gleiche Zeit hindurch gekocht.

Die Kolben, in welchen die Knochen mit Schwefelsäure behandelt worden waren, zeigten sich, wie schon oben bemerkt worden, so weit die Flüssigkeit reichte, mehr oder weniger angegriffen, waren aber auch an den oberen, nicht von der Flüssigkeit berührten Stellen bis in den Hals geätzt.

Die mit Phosphorsäure und Schwefelsäure gefüllten Kolben zeigten sich, so weit die Flüssigkeit reichte, ebenfalls angegriffen, aber diese Aetzung war vollkommen gleich über die ganze Oberfläche des Körpers verbreitet, während die Kolben, in welchen die Knochen behandelt worden waren, ungleich angegriffen und mehr zerfressen erschienen.

An den oberen, von der Flüssigkeit nicht direct berührten Stellen der Kolben aber zeigte sich nie eine Spur von Aetzung des Glases.

Ich halte dafür, dass die Anwesenheit von Fluor in den Knochen der Wirbelthiere keinem Zweifel unterliegt.

Kieselerde.

Ich habe in den Knochen zwar Kieselerde gefunden, aber in äusserst geringer Quantität, so dass ihre Anwesenheit nur bei Anwendung von grösseren Mengen von Substanz nachgewiesen werden konnte. Die frischen, von der Knochenhaut und vom Markfette befreiten Knochen wurden scharf geglüht, in Salzsäure gelöst, zur Trockene verdampft, wieder mit Salzsäure und Wasser behandelt, und der so erhaltene geringe Rückstand ohne Anwendung eines Filter, durch höchst vorsichtiges Schlemmen und Waschen mit salzsäurehaltigem und später mit reinem

Wasser so lange behandelt, bis letzteres beim Verdampfen auf Platinblech keine Spur eines Rückstandes mehr hinterliess. Der auf diese Weise erhaltene Rückstand, durch vorsichtiges Decantiren so viel wie möglich vom Wasser befreit, wurde zur Trockene gebracht und geglüht. Er verhielt sich vor dem Löthrohr als reine Kieselerde. Ich habe auf diese Weise in 25.628 Gramm von den Knochen eines erwachsenen Mannes 0.003 Kieselerde gefunden, für 1.000—0.00012 Gramm. —

Ziemlich dieser Zahl entsprechende Mengen habe ich in den Knochen des Hundes, des Fuchses, der Hauskatze, des Marders, der Ratte, des Ochsen, des Rehes und der Ziege gefunden. —

Auch die Knochen der Vögel zeigten ein ähnliches Verhältniss. Es wurden untersucht die des Thurmfalken, der Schleiereule, des Rebhuhns, der Waldschnepfe, des grauen Reihers, der grossen Rohrdommel und der Gans. — Auch diese geringe Mengen von Kieselerde habe ich so wie jene des Eisens nicht weiter berücksichtigt.

A r s e n.

Man will in der neueren Zeit Arsen in den Knochen gefunden haben, ich habe indessen diesen Körper nie, und unter keinen Bedingnissen in denselben auffinden können. Zur Aufsuchung desselben habe ich mich der etwas abgeänderten *Marsh*'schen Probe bedient, habe aber auch die Probe von *H. Reinsch* *) versucht. Bei Anwendung der Probe von *Marsh* habe ich den Apparat folgender Gestalt zusammengesetzt.

In den Tubulus einer 6 Unzen haltenden zweihalsigen Flasche, war mittelst eines Beckens ein enges, bis auf den Boden der Flasche reichendes Trichterrohr eingesetzt worden. Der andere Tubulus nahm ebenfalls einen Kork auf, durch den ein im rechten Winkel gebogenes Glasrohr geführt war, welches in der Flasche selbst, dicht unter dem Korke schief abgesprengt

*) Journal f. p. Chemie. B. 24. p. 244 und Repectorium f. d. Pharm. v. Buchner. B. 27. p. 313.

war. Dieses Rohr, von der Biegung an 6'' lang, wurde lose mit Baumwolle ausgefüllt, und durch eine Kautschukröhre mit einem 16'' langen zweiten Glasrohr in Verbindung gesetzt, welches mit Stücken von Chlorcalcium angefüllt war, welche an beiden Endetheilen wieder durch Baumwolle gehalten wurden. Durch ein Kautschukrohr wurden nun die 10—12'' langen Erdröhren, die in eine dünne Spitze ausgezogen waren, mit dem Apparate in Verbindung gebracht. Ich habe mich am Anfange zu den Versuchen und Gegenproben, welche ich über den Arsengehalt der Knochen anstellte, zur Wasserstoffgas-Entwickelung des Zinkes bedient, welches ich nach *Meillet* *) durch Umschmelzen mit $^1/_4$ seines Gewichtes Salpeter reinigte, später aber habe ich gewalztes käufliches Zink angewendet, welches sich vollkommen arsenfrei bewies. Die angewendete käufliche Salzsäure war vollkommen rein, wie mich die Probe mit dem *Marsh*'schen Apparate selbst überzeugte.

Bei den Versuchen selbst liess ich, nachdem Zink und Säure in den Apparat gebracht war, die Wasserstoffgas-Entwickelung einige Minuten anhalten, brachte hierauf eine gut ziehende *Berzelius*'sche Lampe unter das Endrohr, wodurch dieses bald zum Glühen gebracht wurde. Nachdem ich mich so in jedem einzelnen Versuche überzeugt hatte, dass Zink und Säure rein waren, wurde durch das Trichterrohr die Probeflüssigkeit in den Apparat gebracht.

Die Probeflüssigkeit wurde auf folgende Weise bereitet.

Zehn Pfund frischer Rindsknochen wurden, ohne vorher durch Alkohol vom Fette befreit worden zu seyn, in Salzsäure digerirt. Warum man die Knochen bei der Probe auf Arsen vorher vom Fette befreien soll, ist nicht wohl abzusehen, denn wenn man überhaupt diesen Körper in den Knochen vermuthet, ist es nicht undenkbar, dass sich derselbe ebensowohl im Markfette, als in der Knochensubstanz selbst vorfinden kann. Nach längerer Digestion wurde die Masse mit etwas Wasser verdünnt, filtrirt, gewaschen, der Rückstand ausgepresst, nochmals mit Salzsäure behandelt, und dasselbe Verfahren wiederholt.

---

*) Journal d. Pharm. B. 17 p. 625.

Die Flüssigkeit wurde hierauf durch Abdampfen concentrirt, und Schwefelwasserstoff durch dieselbe geleitet. Hierauf wurde dieselbe an einem gelinde erwärmten Orte durch längere Zeit der Ruhe überlassen, und hierauf filtrirt. Es wurde auf dem Filter ein gelblicher Rückstand erhalten, der sammt dem Filter in Salpetersäure, die mit einigen Tropfen Salzsäure versetzt war, gebracht wurde, und sich bei Anwendung von gelinder Wärme leicht löste. Die so erhaltene, vollkommen klare Flüssigkeit, wurde in den Apparat gebracht, und bewirkte keine Spur eines Ausfluges von reducirtem Arsen in der erhitzten Röhre. Auf gleiche Weise, und mit demselben Erfolge wurden 8 Pfund der Knochen eines Zuchtstieres, und die gleiche Menge frischer Pferdeknochen behandelt. Eben so wenig konnte auf diese Art Arsen gefunden werden im Femur und der Tibia eines Mannes, in dem Becken, den Rippen und den sämmtlichen Handknochen eines Weibes. Ich habe hierauf eine grössere Flasche zur Gasentwicklung angewendet, und nachdem ich die Knochen verschiedener Thiere in Salzsäure gelöst hatte, wurde die ganze salzsaure Lösung in den Apparat gebracht, nachdem vorher durch Salzsäure die Gasentwicklung in Gang gesetzt worden war.

Es konnten auf diese Weise keine so grosse Mengen von Knochen in Untersuchung genommen werden, doch wurden immer noch ziemlich bedeutende Mengen angewendet. Aber auch jetzt wurde keine Spur von Arsen gefunden.

Auf die eben angegebene Art habe ich untersucht Femur und Humerus eines Schweines, eines Schaafes und zweier Hunde; Femur, Tibia und Humerus eines Fuchses, und dieselben Knochen dreier Katzen. Femur, Tibia und Humerus von dreisig und etlichen Rebhühnern, Femur und Humerus einer Gans, eines Schwanes und fast die sämmtlichen Knochen dreier Eulen *(Strix Aluco* und *Strix noctua.)* Die Knochen der so eben genannten Thiere waren im frischen Zustande zur Untersuchung genommen worden. Von älteren Knochen, die übrigens mir unbekannte Zeit hindurch aufbewahrt worden waren, untersuchte ich Rückenwirbel und Rippen zweier grösserer Affenarten, verschiedene Schädelknochen eines Seehundes, Rippen und Rückenwirbel eines Delphins und Femur und Humerus von drei Hun-

den. Ich habe ferner mit den Knochen der so eben genannten Thiere den Versuch in der Art abgeändert, dass ich dieselben verkohlte, in reiner Schwefelsäure löste, filtrirte und das Filtrat in den Apparat brachte. Aber es konnte auch auf diese Weise keine Spur von Arsen bemerkt werden.

Als ich indessen 0.010 Gramm arseniger Säure in Salzsäure löste, diese Lösung mit einem Litre Wasser verdünnte, und von dieser Flüssigkeit nur einige Gramm in den Apparat brachte, beschlug sich die Röhre, einige Sekunden nach dem Eingiessen der arsenhaltigen Flüssigkeit, sogleich mit einem vollkommenen Arsenspiegel.

Wie ich oben erwähnte, habe ich auch die Arsenprobe von *Reinsch* in Anwendung gebracht, welche bekanntlich darin besteht, dass die zu untersuchende Flüssigkeit mit Salzsäure angesäuert, und mit einem blanken Kupferstreifen gekocht wird, worauf sich das Arsen als ein grauer Beschlag auf dem Kupferbleche ablagert. Aber obschon, wie ich mich ebenfalls durch Gegenproben überzeugte, auch dieses Verfahren ein empfindliches Reagens auf Arsen ist, habe ich doch nicht auch die mindesten Anzeigen dieses Körpers erhalten können, indem ich verschiedene der oben angegebenen Knochen in Behandlung nahm. —

Ich habe bei allen diesen Versuchen mit gewissenhafter Genauigkeit gearbeitet, da ich aber nie, auch nur die geringste Spur von Arsen erhalten habe, bin ich der sicheren Ueberzeugung, dass in allen von mir untersuchten Knochen kein Arsen gegenwärtig war.

Es haben indess verschiedene Beobachter Arsen in den Knochen gefunden, und es ist nicht wohl denkbar, dass diese sich geirrt haben sollten. Aber ich glaube, dass man annehmen darf, dass nicht in allen Knochen Arsen vorkömmt, ja dass selbes nur sehr ausnahmsweise gefunden wird.

Orfila und *Couërbe* haben in den Knochen der Menschen und in den von verschiedenen Thieren Arsen gefunden, und *Devergie* will in allen von ihm untersuchten Knochen Arsen aufgefunden haben.

Lehmann hat in Menschenknochen, die lange unter der Erde gelegen waren, kein Arsen gefunden, und eben so wenig in den Knochen des Anoploterium. Aber in den 8 Jahre hindurch aufbewahrten Knochen eines Hundes fand er solches.

Wenn Jemand in allen Knochen, die er analysirt hat, Arsen gefunden hat, so ist es möglich, dass er durch gewisse kleine Täuschungen, die bei dem *Marsh*'schen Apparate trotz allen Abänderungen und Verbesserungen, welchen derselbe unterworfen war, dennoch immer vorkommen können, irre geführt worden ist. Aber diess ist nicht bei einem Beobachter der Fall, der nur in einzelnen Knochen dasselbe fand.

Aber es ist möglich, dass in manchen solchen Fällen Arsen früher absichtlich in den Organismus gebracht worden ist, das heisst, dass das Individuum, dessen Knochen man untersucht hat, wenn es nicht geradezu vergiftet worden ist, vielleicht zu toxicologischen Versuchen gedient hat.

Ich habe früher*) diese Meinung bereits ausgesprochen, und habe mittlerweile Versuche angestellt, die mir bewiesen haben, dass diess allerdings der Fall seyn kann, dass aber das Arsen, ist es nicht in tödtlichen Gaben angewendet worden, bald wieder aus dem Körper entfernt wird.

Lehmann **) glaubt, dass, da die Arsensäure der Phosphorsäure isomorphe Verbindungen eingeht und in den phosphorsauren Verbindungen ein kleiner Theil Phosphorsäure durch Arsensäure vertreten werden kann, in der Knochenerde kleine Mengen von Arsen bestehen können, die dem Organismus zugleich mit dem phosphorsauren Kalke zugeführt worden sind, und dass es theils seiner ausserordentlichen geringen Menge halber, und theils auch, weil es fest mit andern Stoffen verbunden ist, nicht schädlich gegen den Körper auftritt. Er führt ferner an, dass er in jedem phosphorsauren Kalk Spuren von arsensaurem Kalke gefunden hat, und bemerkt, dass sich auf der ganzen Erdoberfläche phosphorsaurer Kalk findet.

---

*) Beiträge zur phys. und pathol. Chemie etc. von F. Simon. B. 1. p. 257.

**) Lehrbuch der phys. Chemie von Lehmann, B. I. p. 157.

Es wäre nun hiernach das Vorkommen von Arsen in den Knochen gerechtfertigt, wenn es sich nämlich durch weitere Untersuchungen herausstellt, dass es wirklich in denselben vorkommt.

Was die Versuche betrifft, die ich in Bezug auf das Zurückgehaltenwerden von Arsen im Thierkörper angestellt habe, so sind es folgende:

Einem gesunden und vollkommen erwachsenen Kaninchen wurde 1 Gran arsenige Säure unter das Futter, welches aus gehackten Rüben bestand, gemengt, und dieselbe Gabe täglich wiederholt. Am dritten Tage starb das Thier während der Nacht. Das Futter war jeden Tag vollkommen aufgezehrt worden.

Ich habe bei dieser Gelegenheit die Wahrnehmungen von *Meurer* vollkommen bestätigt gefunden, die derselbe bei durch Arsen vergifteten Pferden gemacht hat, welche mir aber nur durch eine Mittheilung *Lehmann's* *) in den *Schmidt*'schen Jahrbüchern zugänglich waren. Es war nämlich in den Excrementen, die täglich aus dem Behälter des Thieres aufgesammelt wurden, die grösste Menge Arsen nachzuweisen, und eben so verhältnissmässig im Harne, von dem jedoch nur eine geringe Quantität in der Blase des Thieres enthalten war. Im Magen, dessen Schleimhaut, so wie die der Gedärme und der Blase stark entzündet war, waren ebenfalls Spuren von Arsen, doch wenig; in Herz, Hirn und Lungen wurde es getroffen, die grösste Menge aber fand sich in Leber und Nieren, welche beide Organe auch von dem Gifte bedeutend afficirt erschienen.

In den Haaren und den Knochen konnte keine Spur nachgewiesen werden.

Ein anderes Kaninchen erhielt nun täglich unter dasselbe Futter $^1/_2$ Gran arseniger Säure. Es starb am 5ten Tage, nachdem es schon am 4ten sein Futter nicht mehr berührt und traurig in seinem Behälter gesessen hatte. Auch hier konnte kein Arsen in den Knochen und den Haaren gefunden werden. Die übrigen Erscheinungen waren dieselben, wie bei dem vorhergehenden.

---

*) Jahrbücher der in- u. ausl. gesammten Medicin v. C. C. Schmidt, Jahrg. 1843, B. 39.

Ein drittes Kaninchen erhielt nun täglich $^1/_3$ Gran arsenige Säure, welche es vertrug. Es wurde am 10ten Tage getödtet. Auch hier zeigten Leber und Nieren den grössten Gehalt von Arsen, und es konnte diessmal in den Haaren sowohl, als in den Knochen Arsen nachgewiesen werden. Es wurden die Schädelknochen, Rippen und Rückwirbel, so wie die Knochen des Beckens für sich, und in einem zweiten Versuche die Knochen der Extremitäten untersucht, und in beiden, so viel sich durch schwächeren oder stärkeren Beschlag der Röhre urtheilen lässt, ziemlich gleiche Mengen Arsen gefunden.

Ein viertes Kaninchen starb am 9ten Tage, nachdem es täglich ebenfalls $^1/_3$ Gran arsenige Säure erhalten hatte, und auch hier wurde in den Knochen Arsen gefunden.

Zwei weiteren Kaninchen wurde täglich 1$^1/_2$ Gran Antimonium crudum gegeben, eines derselben nach 8, das andere nach 14 Tagen getödtet.

Bei beiden Thieren war Antimon in den Knochen nachzuweisen, jedoch scheinbar weniger als vorher Arsen, und diess scheint für *Lehmann's* Behauptung zu sprechen in Betreff des Arsengehaltes der Knochen.

Als ich aber hierauf verschiedene Kaninchen theils mit arseniger Säure, theils mit Schwefelantimon in geringen Gaben zu $^1/_3$ Gran und $^1/_4$ Gran Arsen und 1 Gran Antimon durch 14 Tage fütterte, hierauf aber weitere 14 Tage ihnen reines Futter reichte und hierauf tödtete, war kein Arsen mehr in Knochen, und eben so wenig in irgend einem Organe.

Duflos und *Hirsch* *) haben ähnliche Resultate erhalten. Sie fütterten ebenfalls Kaninchen mit Arsen, und fanden, dass sich solches im Muskelfleische nachweisen liess, wenn die Thiere, nachdem sie 14 Tage das arsenhaltige Futter genossen hatten, sogleich getödtet und untersucht wurden. 6 Wochen nachher aber, nachdem die Thiere wieder reines Futter erhalten hatten, konnten sie kein Arsen mehr auffinden.

---

*) Das Arsenik, seine Erkennung etc. von Dr. A. Duflos und A. G. Hirsch. 1842.

Aus diesen Versuchen scheint nun hervorzugehen, dass das Arsen, ist es längere Zeit hindurch in kleineren Gaben gereicht worden, in die Knochen überzugehen vermag, aber eben so wieder entfernt wird, und nach einiger Zeit wieder gänzlich verschwindet, und es scheint diess mit dem Antimon derselbe Fall zu sein.

Es scheinen ferner die Knochen ähnliche Substanzen langsamer als die übrigen Theile des Körpers aufzunehmen, was auf einen Stoffwechsel deutet, der entweder nur in geringen Quantitäten vor sich geht, so dass die ersten Antheile von Arsen, wegen ihrer ausserordentlich geringen Menge, nicht nachweisbar sind, oder auf einen solchen, bei welchen in den Körper gebrachte Substanzen erst einen längeren Weg, oder verschiedene Zustände zu durchlaufen haben, ehe sie zu den Knochen gelangen.

Wird, was ich übrigens bezweifle, in der Folge hergestellt, dass Knochen mancher Individuen im normalen Zustande Arsen enthalten, ohne dass es absichtlich in den Körper gebracht worden ist, so kann keine andere Ansicht, als die *Lehmann's*, zur Erklärung zu Hülfe genommen werden, und man muss annehmen, dass solche das Arsen in einer Form oder Verbindung zu sich genommen haben, in welcher es sich theils dem Organismus und speciell den Knochen, leichter assimilirt, theils aber auch, dass seine ausserordentlich kleine Mengen vielleicht die Schuld getragen haben, dass der Organismus dasselbe nicht sogleich mit Heftigkeit auszustossen bemüht gewesen ist.

K a l i.

Ich habe in den Knochen keine Kaliverbindung auffinden können, und es ist mir auch nicht bekannt, dass diess von Jemand anderem geschehen ist. Da das Kali, besonders als Chlorkalium, ziemlich häufig in den thierischen Flüssigkeiten verbreitet ist, neben dem Chlornatrium vorkömmt, und dasselbe bisweilen zu vertreten scheint, ist diess eigenthümlich. Indessen war es mir, wie erwähnt, nicht möglich, weder durch Reagentien, noch

durch die sehr empfindliche Wasserstoffgasprobe eine Spur von Kali aufzufinden.

Thonerde.

Nur *Fourcroy* und *Vauquelin* haben in den Ochsenknochen Thonerde gefunden, sonst kein Beobachter. In den Knochen warmblütiger Thiere scheint auch keine Spur dieses Körpers vorzukommen, in den Fischknochen hingegen findet sich solcher bisweilen. Die Thonerde, die man in den fossilen Knochen findet, ist wohl erst später in dieselben gekommen, und nicht zu den Substanzen zu zählen, aus welchen ursprünglich die Knochen vorweltlicher Thiere bestanden haben.

Fett.

Bei allen Analysen, welche ich mit Knochen angestellt habe, und die ich in dem Folgenden angeben werde, habe ich das in denselben gefundene Fett mit unter den Bestandtheilen derselben angeführt. Es bedarf diess vielleicht einer Entschuldigung, da solches bisher nur von wenigen Beobachtern geschehen ist. Aber ich halte das Fett für einen integrirenden Bestandtheil der Knochen, und sehr einfach aus dem Grunde, weil es in allen und jeden Knochen gefunden wird.

*Lehmann**) neigt sich vorzugsweise zu der Ansicht, dass das Fett zu physischen Zwecken im Körper existire. Ich will keineswegs in Abrede stellen, dass das Fett im Organismus überhaupt, auch eine physiologisch chemische Bedeutung hat, ja ich bin sogar hiervon vollkommen überzeugt. In Betreff der Knochen aber muss ich ganz der Meinung *Lehmann's* beitreten, die, wie er sich ausgesprochen hat, dahin geht, dass dasselbe dazu diene, die Knochen »geschmeidiger« zu machen, und gewiss bedarf die Masse der Knochen, deren überwiegender Bestandtheil erdige Substanz ist, einer solchen Vermittlung.

*) Lehrbuch der physiologischen Chemie v. Lehmann B. I. Physiol. Verhalten der Fette. p. 256.

Schon der verschiedene Fettgehalt der Knochen, nur im Allgemeinen genommen, jener der kurzen und langen, scheint diess zu bekräftigen, indem der zähere Knochen, der tragen, stützen muss, durchschnittlich mehr Fett hat, als jener der Extremitäten.

Ich habe das Fett, welches aus den frischen Knochen, die äusserlich wohl gereinigt waren, mit Ausziehen durch Alkohol und Aether erhalten wurde, gleich gefunden mit jenem, welches ich aus dem Knochenmarke erhielt, nur war das aus dem Knochen selbst erhaltene etwas bräunlich gefärbt, woran wohl wahrscheinlich ein geringer Antheil extractiver Materien die Schuld trug. Ich habe im Markfette sowohl, als auch im aus den Knochen erhaltenem Fette, eine sehr geringe Menge phosphorsauren und kohlensauren Kalkes gefunden, etwa 0.00045 für 1.000 Fett. Aber in Knochen, welche lange Zeit aufbewahrt worden waren, und eben so in solchem Markfette, fand sich eine grössere Menge dieser Salze, welches wahrscheinlich davon herrührt, dass sich fette Säuren gebildet hatten, die etwas Knochenerde gelöst hatten. Auch die vollkommen klare, und heiss filtrirte Aetherlösung zeigte diesen Kalkerdegehalt. In der That hatten diese Fette aber auch stets deutliche saure Reaction.

Wurde Fett frischer Knochen für sich verbrannt, so war in der wenigen zurückbleibenden Asche keine Spur von Schwefelsäure zu entdecken. Wenn aber das Fett genau mit vollkommen reinem kohlensaurem Kalke, oder kohlensaurem Kali gemengt und hierauf verbrannt wurde, zeigte sich Schwefelsäure in der Asche, die Menge der Phosphorsäure aber, herrührend von der geringen Menge in Fette gelöst enthaltenen phosphorsaurem Kalke, war nicht vermehrt. Ich glaube daher, dass das Fett einen gewissen Antheil Schwefel, aber keinen Phosphor enthält. — Dass das Fett der Knochen nicht mechanisch von der Markhöhle aus etwa durch die Markkanälchen in die Knochen eingedrungen ist, sondern auch unabhängig von der Markhöhle in den Knochen auftritt, erhellt aus dem Humerus der Vögel, welcher grösstentheils vollkommen markfrei ist, stets aber eine gewisse Menge Fettes enthält, wenn dieselbe auch etwas geringer, als die der anderen Knochen erscheint.

Es sind im gegenwärtigen Augenblicke grosse Autoritäten mit Untersuchungen über die Fette beschäftigt, welche bald näheren Aufschluss über diese Reihe von Substanzen geben werden, und ich habe es deshalb für unnöthig gehalten, weitere Versuche in diesem Betrachte anzustellen, besonders da das Fett doch immer wohl kein Hauptbestandtheil der Knochen ist, gehört es gleichwohl zur Zusammensetzung derselben.

Milchsäure.

Ich habe in frischen Knochen von Menschen und Säugethieren keine Milchsäure auffinden können, wenn ich den alkoholischen Auszug der Knochen mit Zinkoxyd behandelte und unter das Mikroskop nahm. *Berzelius* aber hat vorzugsweise in den Flüssigkeiten des Fleisches diese Säure gefunden, und da diesen sehr ähnliche Substanzen, extractive Materien, in den feinen Gefässen des Knochens vorkommen, so dürfte man solche auch wohl hier vermuthen. Aber die geringe Menge des Extractivstoffes selbst, und die hierdurch bedingte, noch unbedeutendere der fraglichen Säure, mag hier die Schuld des nicht Auffindens tragen.

Ich will nun kurz die Untersuchungsweise angeben, welche ich bei den nachfolgenden Analysen eingeschlagen habe.

Es wurde bei allen Knochen, so viel nur immer thunlich, nur der compacte Theil derselben in Untersuchung genommen, und je nach der Grösse derselben die spongiöse Substanz entweder durch scharfe Meisel, oder mit dem Messer von denselben getrennt. Dasselbe geschah mit der Knochenhaut und dem äusserlich anhängenden Fette. Hierauf wurden dieselben im Porzellanmörser zu kleinen Stücken zerstossen, wobei stärkere Knochen vorher mit der Säge zerkleinert worden waren. Die Knochen wurden jetzt im Oelbade zwischen + 115 — 120 ° R. so lange getrocknet, bis sie nichts mehr an Gewicht verloren, welches meist in 3 — 4 Stunden der Fall war, und hierauf schnell in verschiedenen Parthien gewogen.

Es wurden hierauf die einzelnen gewogenen Mengen mit Aether erschöpft, der Aetherauszug auf einem tarirten Glasschälchen verdunstet, und so die Menge des Fettes bestimmt.

Eine Parthie der so entfetteten Knochen wurde zur Bestimmung der Kohlensäure verwendet. Da die Entwickelung der Kohlensäure bei den Knochen nicht so heftig von statten geht, war es nicht nöthig, hierbei den gewöhnlichen Apparat anzuwenden, bei welchem eine mit Säure gefüllte Glasröhre in einem grösseren Gefässe befindlich ist, und wobei die Gasentwickelung erst in Gang gesetzt werden kann, wenn der Apparat schon geschlossen ist. Es genügte, Röhren anzuwenden, die mit der zur Zersetzung hinlänglichen Menge Salzsäure gefüllt waren, und welche durch einen Kork geschlossen wurden, in welchem eine mit Chlorcalcium gefüllte weitere kleinere Röhre eingepasst war. Nachdem dieser kleine Apparat genau tarirt worden war, wurde die gewogene Menge der Knochen in denselben gebracht, schnell geschlossen, und nachdem sich Alles gelöst hatte, zur vollständigen Austreibung der Kohlensäure gelinde erwärmt, und hierauf durch Wägen des Apparates die Menge der Kohlensäure durch den Gewichtsverlust bestimmt.

Eine weitere Menge der gewogenen Knochen wurde geglüht, bis sie vollkommen weiss erschienen, mit kohlensaurem Ammoniak befeuchtet, wieder schwach geglüht und gewogen. Ich habe mich zum Glühen der Knochen eines kleinen Thonofens bedient, und die Knochen selbst in nur leicht bedeckten kleinen Porzellantiegeln direct in die Kohlen gestellt. Es war, wenn das Glühen nicht zu lange fortgesetzt wurde, nur sehr selten eine Gewichtszunahme der Substanz nach dem Behandeln mit kohlensaurem Ammoniak zu bemerken, und ich glaube, dass die mehr oder weniger mit Kohlensäure geschwängerte Atmosphäre des inneren Ofenraumes hievon die Ursache ist.

Es wurde das Gewicht des Glührückstandes bemerkt, derselbe in Salpetersäure gelöst, nahe mit Ammoniak gesättigt, und durch essigsaures Blei die Phosphorsäure gefällt. Das überschüssige Blei wurde durch Schwefelwasserstoffgas gefällt, filtrirt, das Schwefelblei mit schwefelwasserstoffhaltigem Wasser ge-

waschen, das Filtrat erwärmt, und hierauf mit kleesaurem Ammoniak die Kalkerde ausgefällt.

Bei einem Theile der Analysen wurde die Talkerde dadurch bestimmt, dass die von der Kalkerde abfiltrirte Flüssigkeit zur Trockene verdampft, geglüht und hierauf mit Wasser ausgezogen wurde, wodurch die Talkerde zurückblieb. Bei weitem der grössere Theil der Analysen aber wurde so durchgeführt, dass, nach Fällung der Kalkerde, die Talkerde mit phoshhorsaurem Natron und Ammoniak niedergeschlagen und sogleich als phosphorsaure Talkerde bestimmt wurde. Diese Methode ist nicht so genau, als die vorhergehende, allein abgesehen davon, dass sie bei weitem weniger zeitraubend ist, tritt auch die sehr geringe Menge der Talkerde in den Knochen störend bei der ersteren Verfahrungsweise auf, indem man beim Abdampfen, Glühen u. s. w. auch immer kleinen Verlusten möglicherweise ausgesetzt ist.

Die vorher durch Glühen des kleesauren Kalkes erhaltene Menge kohlensauren Kalkes wurde als reine Kalkerde berechnet, von derselben eine für die durch den directen Versuch gefundene Quantität Kohlensäure nöthige Menge abgezogen, und der Rest als phosphorsaure Kalkerde ($\dot{C}a^{3}\ \ddot{\overline{P}}^{3}$) berechnet.

Zur Bestimmung des Natron und des Chlornatriums wurden wieder frische Mengen in Behandlung genommen. Der geglühte Knochen wurde mit Wasser ausgelaugt, der Auszug verdampft, schwach geglüht, und das kohlensaure Natron auf Natron berechnet. Das Chlornatrium suchte ich aus einer weiteren Menge ebenfalls geglühter und mit Wasser ausgelaugter Knochen zu bestimmen, indem mit salpetersaurem Silber gefällt, und aus dem erhaltenen Niederschlage von Chlorsilber die Menge des Chlornatriums berechnet wurde. Wenn aber nicht grosse Mengen von Knochen zu Gebot standen, haben die so erhaltenen Resultate wenig Werth, da die Menge des Chlornatriums stets nur sehr unbedeutend ist und durchschnittlich kaum $^{1}/_{5}$ der Salze des Wasserauszuges beträgt. Es ist diess deshalb nur bei wenigen Analysen geschehen, und der Wasserauszug der geglühten Knochen stets zusammen berechnet und mit „Salze“ bezeichnet worden.

Der Verlust, der bei diesem Verfahren erhalten wurde, wurde als Knorpelsubstanz angegeben, zu welcher übrigens auch die Gefässe des Knochens zu rechnen sind.

Es braucht wohl nicht bemerkt zu werden, dass stets mehrere Analysen zu gleicher Zeit angefangen und beendet wurden, was bei dem ziemlich einfachen Gange der Untersuchung leicht geschehen konnte. Ich habe mich vom Spätsommer 1841 an bis jetzt (März 1844), ohne von anderen Berufsgeschäften in Anspruch genommen zu seyn, allein mit diesen Untersuchungen über Knochen beschäftigt, denn eine Reihe von Analysen über Gebirgsarten, die 1842 im Journal f. p. Chemie erschien, war schon früher vollendet und wurde nur verspätet eingesendet; dasselbe war auch zum grossen Theile der Fall mit einer Arbeit über Conkretionen in *Simon's* Beiträgen zur phys. und path. Chemie, welche auch meist schon früher vollendet war und nur zusammengestellt zu werden brauchte. So war es wohl möglich, diese nicht unbedeutende Anzahl von Untersuchungen durchzuführen, besonders wenn man bedenkt, dass bei Arbeiten, welche sich, wie eben diese, so oft wiederholen, man bald eine Fertigkeit und Uebung erreicht, welche es möglich macht, schnell zu arbeiten, ohne zu übereilen. Der freundlichen Beihülfe des Herrn Dr. *F. Braun* während der Sommermonate 1842 habe ich bereits im Eingange erwähnt.

Säugethiere.

Es folgen nun die Analysen der Knochen, welche ich angestellt habe, und nach ihrer Aufführung werde ich ähnliche Arbeiten anderer Beobachter folgen lassen, schlüsslich aber, nach jeder Thierklasse, die Resultate, welche aus diesen Arbeiten zu ziehen seyn werden.

Trotz den Lücken, welche sich aus Mangel an Material öfters ergaben, glaube ich doch, dass es nicht ganz ohne Nutzen seyn wird, so viel es möglich ist, einem bestimmten Systeme zu folgen, und ich habe daher bei der folgenden Zusammenstellung *Schubert's* Naturgeschichte*) als Leitfaden angenommen, welcher Gelehrte nach dem Systeme von *Cuvier* mit Abänderungen von *Wiegmann* gearbeitet hat.

Durch meine Schuld eingeschlichene Fehler mögen Zoologen entschuldigen.

Säugethiere.

Ordnung I.

Zahnlückige. Edentates.

1.

Dasypus niger. Gemeines Gürtelthier.

Es stand mir blos der aus Schuppen bestehende Knochenpanzer des Thieres zu Gebot. Die von einzelnen Borsten und der Hornsubstanz gereinigten Knochenplättchen unweit des

*) Die Geschichte der Natur von Dr. G. H. v. Schubert. Erlangen bei Palm und Enke. 1837.

des Halses, des Gürtels und des Schweifes hatten nicht ganz dieselbe Zusammensetzung.

Es wurden erhalten:

	Knochenplättchen aus der Gegend des Halses,	des Gürtels,	des Schweifes.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	53.45	50.92	55.43
Kohlensaure Kalkerde .	6.73	6.63	6.99
Phosphorsaure Talkerde .	1.30	1.23	1.07
Salze	0.89	0.95	0.92
Knorpelsubstanz . .	34.63	36.77	32.81
Fett	3.00	3.50	2.78
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	37.63	40.27	35.59
Anorganische Substanz .	62.37	59.73	64.41
	100.00	100.00	100.00

Von der zweiten Ordnung der Säugethiere, der der Beutelthiere, habe ich nicht einen einzigen Repräsentanten erhalten können.

Ordnung III.

Nagethiere. Glires.

2.

Sciurus vulgaris. (mas.) Gemeines Eichhorn. (alt.)

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	57.03	55.27
Kohlensaure Kalkerde .	10.45	10.50
Phosphorsaure Talkerde .	1.36	1.32
Salze	0.90	0.91
Knorpel	29.46	31.21
Fett	0.80	0.79
	100.00	100.00
Organische Substanz . .	30.26	32.00
Anorganische Substanz .	69.74	68.00
	100.00	100.00

3.

Mus musculus (mas.) Hausmaus (jung).

	Femur u. Tibia zusammen.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	50.31
Kohlensaure Kalkerde . .	9.62
Phosphorsaure Talkerde . .	1.10
Salze	0.83
Knorpelsubstanz	36.84
Fett	1.30
	100.00
Organische Substanz . . .	38.14
Anorganische Substanz . .	61.86
	100.00

4.

Mus rattus (mas.) Hausratte (alt).

	Femur.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	60.38
Kohlensaure Kalkerde . .	6.72
Phosphorsaure Talkerde .	1.91
Salze	0.91
Knorpelsubstanz . . .	28.98
Fett	1.10
	100.00
Organische Substanz . .	30.08
Anorganische Substanz . .	69.92
	100.00

5.

Cricetus vulgaris (fem.) Hamster (alt).

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	58.45	56.99
Kohlensaure Kalkerde .	9.07	9.32
Phosphorsaure Talkerde .	0.99	1.00

	Femur.	Humerus.
Salze	0.82	0.80
Knorpel	29.60	30.86
Fett	1.07	1.03
	100.00	100.00
Organische Substanz	30.67	31.89
Anorganische Substanz	69.33	68.11
	100.00	100.00

6.

Lepus timidus. Gemeiner Hase.
(Etwa 3 Wochen alter Fötus.)

	Femur, Tibia, Humerus zusammen.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	58.77
Kohlensaure Kalkerde	7.01
Phosphorsaure Talkerde	2.43
Salze	0.50
Knorpelsubstanz	30.99
Fett	0.30
	100.00
Organische Substanz	31.29
Anorganische Substanz	68.71
	100.00

7.

Lepus timidus. Jung, etwa 8 Wochen alt.

	Femur.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	53.27
Kohlensaure Kalkerde	8.04
Phosphorsaure Talkerde	1.84
Salze	1.23
Knorpelsubstanz	34.62
Fett	1.00
	100.00
Organische Substanz	35.62
Anorganische Substanz	64.38
	100.00

8.

Lepus timidus. Jung, etwa 3 Monate alt.

	Femur.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	65.72
Kohlensaure Kalkerde . .	4.05
Phosphorsaure Talkerde .	1.95
Salze	0.70
Knorpelsubstanz . . .	26.53
Fett	1.05
	100.00
Organische Substanz . .	27.58
Anorganische Substanz . .	72.42
	100.00

Der Humerus verhielt sich in jedem Bezuge vollkommen gleich.

9.

Lepus timidus (fem.), alt.

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	61.61	60.24
Kohlensaure Kalkerde . . .	9.76	9.63
Phosphorsaure Talkerde . .	3.10	2.42
Salze	0.68	0.71
Knorpelsubstanz	23.11	25.62
Fett	1.74	1.38
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	24.85	27.00
Anorganische Substanz . . .	75.15	73.00
	100.00	100.00

10.

Lepus timidus (mas.) alt.

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	60.60	58.50
Kohlensaure Kalkerde . . .	10.07	10.11

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Talkerde . . .	1.33	1.33
Salze	0.93	0.90
Knorpelsubstanz	25.87	27.86
Fett	1.20	1.30
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	27.07	29.16
Anorganische Substanz . .	72.93	70.84
	100.00	100.00

11.

Lepus cuniculus. Kaninchen.

(Etwa 20 Tage alte, unreif geborne Frucht.)

	Femur, Humerus, Tibia zusammen.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . . .	59.67
Kohlensaure Kalkerde . . .	7.68
Phosphorsaure Talkerde . . .	2.51
Salze	0.50
Knorpelsubstanz	29.44
Fett	0.20
	100.00
Organische Substanz	29.64
Anorganische Substanz . . .	70.36
	100.00

12.

Lepus cuniculus. (fem.) alt.

	Femur.	Tibia.	Humerus.	Ulna.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	60.24	57.70	59.40	58.82
Kohlensaure Kalkerde .	10.73	10.17	10.20	9.37
Phosphorsaure Talkerde .	1.02	1.00	1.13	1.00
Salze	0.94	1.01	0.97	0.93
Knorpelsubstanz . . .	25.88	28.32	27.30	28.69
Fett	1.19	1.80	1.00	1.19
	100.00	100.00	100.00	100.00

	Femur.	Tibia.	Humerus.	Ulna.
Organische Substanz . .	27.07	30.12	28.30	29.88
Anorganische Substanz .	72.93	69.88	71.70	70.12
	100.00	100.00	100.00	100.00

	Os occipitis.	Costa.	Vertebrae.	Os ilii.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	60.24	55.27	49.52	53.89
Kohlensaure Kalkerde .	10.39	9.90	8.90	9.33
Phosphorsaure Talkerde .	1.12	0.93	0.90	1.03
Salze	1.14	0.90	1.02	0.90
Knorpelsubstanz . .	26.11	30.99	37.84	33.81
Fett	1.00	2.01	1.82	1.04
	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	27.11	33.00	39.66	34.85
Anorganische Substanz .	72.89	67.00	60.34	65.15
	100.00	100.00	100.00	100.00

Ordnung IV.

Wiederkäuer. Ruminantia.

13.

Cervus capreolus. (mas.) Reh. (2jährig.)

Frischer Knochen.

	Femur.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	61.39
Kohlensaure Kalkerde . .	7.38
Phosphorsaure Talkerde .	2.27
Salze	0.50
Knorpelsubstanz . . .	27.26
Fett	1.20
	100.00
Organische Substanz . .	28.46
Anorganische Substanz . .	71.54
	100.00

14.

Cervus capreolus. (fem.) (3jährig.)

Frischer Knochen.

	Femur.	Humerus.	Vertebrae.	Costa.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	59.86	57.79	41.36	40.87
Kohlensaure Kalkerde .	7.39	7.26	5.05	5.06
Phosphorsaure Talkerde .	1.02	1.02	0.91	0.92
Salze	0.74	0.61	0.42	0.40
Knorpelsubstanz . .	29.99	32.35	25.06	51.65
Fett	1.00	0.97	1.20	1.10
	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	30.99	33.32	52.26	52.75
Anorganische Substanz .	69.01	66.68	47.74	47.25
	100.00	100.00	100.00	100.00

15.

Cervus capreolus. (mas.) (3 bis 4jährig.)

Frischer Knochen.

	Femur.	Humerus.	Tibia.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	58.57	57.20	57.34
Kohlensaure Kalkerde . .	7.91	7.90	7.40
Phosphorsaure Talkerde . .	1.52	1.61	1.53
Salze	0.77	0.74	0.73
Knorpelsubstanz	30.33	31.65	31.92
Fett	1.00	0.90	1.08
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	31.23	32.55	33.00
Anorganische Substanz . .	68.77	67.45	67.00
	100.00	100.00	100.00

	Os occipitis.	Geweih.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	57.54	55.80
Kohlensaure Kalkerde . .	7.38	7.04
Phosphorsaure Talkerde . .	1.72	1.19
Salze	0.80	0.69

	Os occipitis.	Geweih.
Knorpelsubstanz . . .	31.36	34.37
Fett	1.20	0.91
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	32.56	35.28
Anorganische Substanz .	67.44	64.72
	100.00	100.00

16.

Cervus capreolus.

Frisch aufgesetzter, noch mit dem sogenannten Baste bedeckter Geweihknochen, eines 3 bis 4jährigen Thieres.

Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium . .	37.59
Kohlensaure Kalkerde .	1.22
Phosphorsaure Talkerde .	1.37
Salze	1.24
Knorpelsubstanz . .	57.82
Fett	0.76
	100.00
Organische Substanz .	58.58
Anorganische Substanz .	41.42
	100.00

Die durch Wasser ausziehbaren Salze bestanden grösstentheils aus Chlornatrium. Fluor war vorhanden, doch schien es fast noch weniger, als gewöhnlich in frischen Knochen gefunden wird.

17.

Cervus Elaphus. (mas.) Edelhirsch. (6jährig.)

Frischer Knochen.

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	59.10	58.16
Kohlensaure Kalkerde . . .	8.92	8.21
Phosphorsaure Talkerde . .	1.00	1.00
Salze	1.02	0.90

	Femur.	Humerus
Knorpelsubstanz	28.95	30.80
Fett	1.01	0.93
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	29.96	31.73
Anorganische Substanz . . .	70.04	68.27
	100.00	100.00

18.

Cervus Alces. Elennthier.

Der Knochen war, jedoch mit der Haut bedeckt, lange Zeit hindurch, jedenfalls 50—60 Jahre, aufbewahrt worden.

	Metacarpus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	61.66
Kohlensaure Kalkerde . .	8.14
Phosphorsaure Talkerde . .	1.12
Salze	0.85
Knorpelsubstanz . . .	27.23
Fett	1.00
	100.00
Organische Substanz . .	28.23
Anorganische Substanz . .	71.77
	100.00

19.

Ovis Aries. (mas.) Gemeines Schaf. (4jährig.)

Frischer Knochen.

	Femur.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	55.94
Kohlensaure Kalkerde .	12.18
Phosphorsaure Talkerde .	1.00
Salze	0.50
Knorpelsubstanz . .	29.68
Fett	0.70
	100.00

	Femur.
Organische Substanz .	30.38
Anorganische Substanz .	69.62
	100.00

20.

Ovis Aries. (mas.) (alt.)

Frischer Knochen.

	Femur.	Humerus.	Os occip.	Hornzapfen.
Phosphorsaure Kalkerde m. etwas Fluorcalcium	52.55	52.73	51.72	47.69
Kohlensaure Kalkerde	12.33	12.31	12.00	10.94
Phosphorsaure Talkerde	1.20	1.11	1.09	1.07
Salze	0.93	0.89	0.91	0.87
Knorpelsubstanz . .	31.26	31.32	31.64	37.53
Fett	1.73	1.64	2.64	1.90
	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	32.99	32.96	34.28	39.43
Anorganische Substanz .	67.01	67.04	65.72	60.57
	100.00	100.00	100.00	100 00

21.

Capra Hircus. (mas.) Bock. (alt.)

Frischer Knochen.

	Os occipitis.	Hornzapfen.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	47.07	53.15
Kohlensaure Kalkerde . .	9.09	8.04
Phosphorsaure Talkerde .	1.59	1.32
Salze	1.02	0.99
Knorpelsubstanz . . .	39.58	35.20
Fett	1.65	1.30
	100.00	100.00
Organische Substanz . .	41.23	36.50
Anorganische Substanz . .	58.77	63.50
	100.00	100.00

22.

Bos Taurus. Ochse.

Fötus von 11 Wochen.

Die Apophysen bestanden aus Knorpel, während die Diaphysen schon verknöchert erschienen. Die Mutter war getödtet worden, weil sie krank war. Die Section ergab Herzwassersucht.

	Diaphysen sämmtl. Röhrenknochen.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium / Kohlensaure Kalkerde	58.94
Phosphorsaure Talkerde .	1.30
Salze	2.31
Knorpelsubstanz . .	37.45
	100.00
Organische Substanz . .	37.45
Anorganische Substanz .	62.55
	100.00

23.

Bos taurus. (fem.)

Das so eben erwähnte Thier, aus welchem der Fötus genommen worden war. Die Knochen waren, wie die Analyse zeigt, von vollkommen normaler Zusammensetzung, mit Ausnahme des auffallend geringen Fettgehaltes.

	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	57.76
Kohlensaure Kalkerde .	9.37
Phosphorsaure Talkerde .	1.73
Salze	0.90
Knorpelsubstanz . . .	29.85
Fett	0.39
	100.00
Organische Substanz . .	30.24
Anorganische Substanz .	69.76
	100.00

24.

Bos taurus. (fem.) (3 Wochen alt.)
Frischer Knochen.

	Femur.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	59.22
Kohlensaure Kalkerde .	5.65
Phosphorsaure Talkerde .	2.80
Salze	0.92
Knorpelsubstanz . .	30.11
Fett	1.30
	100.00
Organische Substanz .	21.41
Anorganische Substanz .	68.59
	100.00

25.

Bos taurus. Castrat. (3jährig.)

	Femur.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	55.65
Kohlensaure Kalkerde .	12.55
Phosphorsaure Talkerde .	2.32
Salze	0.81
Knorpelsubstanz . .	26.80
Fett	1.87
	100.00
Organische Substanz .	28.67
Anorganische Substanz .	71.33
	100.00

26.

Bos taurus. Zuchtstier. (4 Jahre alt.)
Frischer Knochen.

	Femur.	Tibia.	Humerus.	Os occip.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	54.07	54.03	54.00	52.51
Kohlensaure Kalkerde	12.71	11.99	12.09	11.14

	Femur.	Tibia.	Humerus.	Os occip.
Phosphorsaure Talkerde	1.42	1.44	1.39	1.05
Salze	0.80	0.70	0.91	0.50
Knorpelsubstanz . .	29.09	29.92	29.61	32.80
Fett	1.91	1.92	2.00	2.00
	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	31.00	31.84	34.80	31.61
Anorganische Substanz	69.00	68.16	65.20	68.39
	100.00	100.00	100.00	100.00

27.

Bos bubalus. Büffel.

Der Knochen war aus einer Sammlung genommen worden, er erschien sehr alt.

	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	59.47
Kohlensaure Kalkerde . .	10.33
Phosphorsaure Talkerde .	1.42
Salze	0.91
Knorpelsubstanz . . .	26.77
Fett	1.10
	100.00
Organische Substanz . .	27.87
Anorganische Substanz .	72.13
	100.00

Ordnung V.

Dickhäuter. Pachydermata.

28.

Equus caballus (fem.). Pferd. (14 Jahre alt.)

Frischer Knochen.

	Femur.	Tibia.	Fibula.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	54.63	54.11	54.56
Kohlensaure Kalkerde . .	11.28	11.09	11.18
Phosphorsaure Talkerde . .	1.50	1.50	1.54

	Femur.	Tibia.	Fibula.
Salze	0.40	0.30	0.40
Knorpelsubstanz . . .	27.98	28.90	28.18
Fett	4.21	4.10	4.41
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	32.19	33.00	35.32
Anorganische Substanz . .	67.81	67.00	64.68
	100.00	100.00	100.00

29.

Equus caballus. Castrat. (6 Jahre alt).

Frischer Knochen.

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	54.37	52.86
Kohlensaure Kalkerde . . .	12.00	12.07
Phosphorsaure Talkerde . .	1.83	1.75
Salze	0.70	0.71
Knorpelsubstanz	27.99	29.70
Fett	3.11	2.91
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	31.10	32.61
Anorganische Substanz . .	68.90	67.39
	100.00	100.00

30.

Equus caballus. (Fötus, beiläufig 3 Monate alt.)

Die Frucht hatte etwa 1 ½ Jahr in Weingeist gelegen.

	Humerus u. Tibia.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	60.51
Kohlensaure Kalkerde	1.83
Phosphorsaure Talkerde . . .	1.40
Salze	Spur
Knorpelsubstanz	36.26
Fett	— —
	100.00

	Humerus u. Tibia.
Organische Substanz	36.26
Anorganische Substanz	63.74
	100.00

31.

Sus. Castrat. Hausschwein (3 Jahre alt).

Frischer Knochen.

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	61.37	61.14	61.27
Kohlensaure Kalkerde .	8.22	8.10	7.99
Phosphorsaure Talkerde .	0.97	0.80	0.88
Salze	0.52	0.40	0.60
Knorpelsubstanz . .	27.70	28.37	28.09
Fett	1.22	1.19	1.17
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	28.82	29.56	29.26
Anorganische Substanz .	71.08	70.44	70.74
	100.00	100.00	100.00

32.

Sus scrofa. (mas.) Wildschwein (3 Jahre alt).

Frischer Knochen.

	Femur.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	58.88
Kohlensaure Kalkerde .	9.02
Phosphorsaure Talkerde .	1.17
Salze	0.92
Knorpelsubstanz . .	28.00
Fett	2.01
	100.00
Organische Substanz . .	30.01
Anorganische Substanz .	69.99
	100.00

Ordnung VI.

Wallfischartige. Cetacea.

33.

Delphinus Delphis. Delphin.

	Costa.	Vertebrae.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	53.59	52.51
Kohlensaure Kalkerde	9.99	9.37
Phosphorsaure Talkerde	1.10	0.98
Salze	3.24	1.24
Knorpelsubstanz	30.46	33.97
Fett	1.62	1.93
	100.00	100.00
Organische Substanz	31.08	35.90
Anorganische Substanz	68.92	64.10
	100.00	100.00

Ich habe diese Knochen aus einer Sammlung erhalten, in welcher sie längere Zeit hindurch aufbewahrt wurden. Als ich dieselben erhielt, war ihre Oberfläche mit mikroskopischen Kochsalzkristallen bedeckt. Sie wurden gewaschen und genau gereinigt, enthielten aber nichts desto weniger, wie die Analyse zeigt, eine bedeutende Menge in Wasser löslicher Salze, welche fast gänzlich aus Chlornatrium bestanden. Ich habe bis jetzt keine Gelegenheit gehabt, andere Knochen von Thieren derselben Ordnung zu untersuchen, aber ich glaube, dass diese anormale Menge von Kochsalz wahrscheinlich nicht dem Knochen selbst angehört, sondern auf irgend eine andere Weise (vielleicht frühere Aufbewahrungsart, Transport des Exemplares) in denselben gekommen ist.

Ordnung VII.

Flossenfüssige. Pinnipedia.

34.

Phoca vitulina. Gemeine Robbe.

Die Knochen wurden etwa ein Jahr nach dem Tode des Thieres zur Analyse verwendet.

	Os occipitis.	Unterkiefer.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	58.77	54.11
Kohlensaure Kalkerde . .	7.23	7.20
Phosphorsaure Talkerde . .	1.18	0.93
Salze	1.43	1.22
Knorpelsubstanz . . .	30.11	35.24
Fett	1.28	1.30
	100.00	100.00
Organische Substanz . .	31.39	36.54
Anorganische Substanz . .	68.61	63.46
	100.00	100.00

Ordnung VIII.

Krallenfüsser. Falculata.

35.

Lutra vulgaris. (mas.) Fischotter (alt).

Frischer Knochen.

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	59.09	57.34
Kohlensaure Kalkerde . . .	9.02	9.00
Phosphorsaure Talkerde. . .	1.07	1.08
Salze	0.93	0.87
Knorpelsubstanz	28.34	30.01
Fett	1.55	1.70
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	29.89	31.71
Anorganische Substanz . .	70.11	68.29
	100.00	100.00

36.

Mustela foina. (mas.) Hausmarder (alt).

Frischer Knochen.

	Femur.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	60.62
Kohlensaure Kalkerde . .	8.09

	Femur.
Phosphorsaure Talkerde .	1.21
Salze	0.60
Knorpelsubstanz . . .	29.08
Fett	0.40
	100.00
Organische Substanz . .	29.48
Anorganische Substanz . .	70.52
	100.00

37.

Mustella foina. (mas., alt).
Frischer Knochen.

	Femur.	Humerus.	Penisknochen.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	61.39	60.61	56.73
Kohlensaure Kalkerde .	6.37	6.39	4.99
Phosphorsaure Talkerde .	1.19	1.10	0.97
Salze	1.00	1.02	1.03
Knorpelsubstanz . .	28.92	29.88	34.56
Fett	1.13	1.00	1.72
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	30.05	30.88	36.28
Anorganische Substanz .	69.95	69.12	63.72
	100.00	100.00	100.00

38.

Mustela putorius. (mas.) Iltis. (alt.)
Frischer Knochen.

	Femur.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	58.78
Kohlensaure Kalkerde .	7.77
Phosphorsaure Talkerde .	0.93
Salze	0.74
Knorpelsubstanz . .	30.68
Fett	1.10
	100.00

	Femur.
Organische Substanz .	31.78
Anorganische Substanz .	68.22
	100.00

39.

Bassaris astuta. Katzenfrettel. (Alter unbesimmt.)

Die Knochen waren aus einem Balge genommen worden, der zum Ausbalgen bestimmt gewesen, und deshalb mit Alaunwasser und Arsenikseife behandelt worden, und längere Zeit hindurch gelegen war. Die gut gewaschenen und mit Wasser mechanisch gereinigten Knochen, zeigten keine Spur der eben genannten Präservativmittel.

	Tibia.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	56.46
Kohlensaure Kalkerde .	8.37
Phosphorsaure Talkerde .	0.94
Salze	1.32
Knorpelsubstanz . .	31.98
Fett	0.93
	100.00
Organische Substanz .	32.91
Anorganische Substanz .	67.09
	100.00

40.

Felis catus. (fem.) Hauskatze. (3 Wochen alt.)

Frischer Knochen.

	Femur.	Vertebrae colli.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	60.58	60.57
Kohlensaure Kalkerde . .	5.90	4.90
Phosphorsaure Talkerde .	1.61	1.61
Salze	0.50	0.40
Knorpelsubstanz . .	31.01	32.02
Fett	0.40	0.50
	100.00	100.00

	Femur.	Vertebrae colli.
Organische Substanz . .	31.41	32.52
Anorganische Substanz .	68.59	67.48
	100.00	100.00

41.

Felis catus. (mas.) (4 Wochen alt.)

Frischer Knochen.

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	48.99	48.79
Kohlensaure Kalkerde . .	6.34	6.33
Phosphorsaure Talkerde . .	0.99	1.07
Salze	0.82	0.82
Korpelsubstanz	42.15	42.27
Fett	0.71	0.72
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	42.86	42.99
Anorganische Substanz . .	57.14	57.01
	100.00	100.00

42.

Felis catus. (mas.) (3 bis 4jährig.)

Frischer Knochen.

	Femur.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	56.41
Kohlensaure Kalkerde .	9.95
Phosphorsaure Talkerde .	1.46
Salze	0.34
Knorpelsubstanz . .	31.54
Fett	0.30
	100.00
Organische Substanz .	31.84
Anorganische Substanz .	68.16
	100.00

43.

Felis catus. (fem.) (jedenfalls über 6 Jahre alt.)

Frischer Knochen.

	Femur.	Humerus.	Vertebrae.	Os occip.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	59.00	59.30	48.01	51.70
Kohlensaure Kalkerde	10.72	10.69	8.44	10.13
Phosphorsaure Talkerde	1.51	1.70	0.97	1.07
Salze . . .	0.39	0.40	0.39	0.37
Knorpelsubstanz .	27.67	27.21	40.79	35.83
Fett . . .	0.71	0.70	1.40	0.90
	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz	28.38	27.91	42.19	36.73
Anorganische Substanz	71.62	72.09	57.81	63.27
	100.00	100.00	100.00	100.00

44.

Felis catus. (mas.) Wilde Katze.

Exemplar von ausgezeichneter Grösse. Alter unbekannt, jedenfalls aber mehrere Jahre alt. Die Knochen frisch zur Analyse verwendet.

	Femur.	Humerus.	Tibia.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	63.00	62.45	62.45
Kohlensaure Kalkerde . .	7.83	7.94	7.88
Phosphorsaure Talkerde . .	1.00	1.10	1.03
Salze	0.40	0.41	0.41
Knorpelsubstanz . . .	27.00	27.50	27.50
Fett	0.77	0.60	0.60
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	27.77	28.10	28.23
Anorganische Substanz . .	72.23	71.90	71.77
	100.00	100.00	100.00

	Ulna.	Costa.	Vertebrae.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	62.36	51.17	43.75
Kohlensaure Kalkerde . .	7.30	5.09	5.00

	Ulna.	Costa.	Vertebrae.
Phosphorsaure Talkerde . .	0.90	0.90	0.85
Salze	0.43	0.42	0.40
Knorpelsubstanz . . .	28.19	41.22	48.10
Fett	0.82	1.20	1.90
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	29.01	42.42	50.00
Anorganische Substanz . .	70.99	57.58	50.00
	100.00	100.00	100.00

45.

Felis Leo. Löwe. (Geschlecht, Alter unbekannt.)
Die Knochen längere, mir unbekannte Zeit gelegen.

	Costa.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	54.42
Kohlensaure Kalkerde . .	1.82
Phosphorsaure Talkerde .	0.97
Salze	0.73
Knorpelsubstanz . . .	41.43
Fett	0.63
	100.00
Organische Substanz . .	42.06
Anorganische Substanz . .	57.94
	100.00

46.

Canis domesticus. Hund. (Hühnerhund.)

	Mehrere Femora neugeborner Thiere.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	45.29
Kohlensaure Kalkerde . . .	6.40
Phosphorsaure Talkerde . . .	1.80
Salze	0.50
Knorpelsubstanz	44.80
Fett	1.21
	100.00

	Mehrere Femora neugeborner Thiere.
Organische Substanz . . .	46.01
Anorganische Substanz . . .	53.99
	100.00

Knochen von Thieren desselben Wurfes, die 6 Wochen alt waren, ergaben:

	Femur.	Tibia.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	52.04	51.43
Kohlensaure Kalkerde . . .	7.32	7.30
Phosphorsaure Talkerde . .	2.16	2.08
Salze	0.51	0.60
Knorpelsubstanz	36.77	37.39
Fett	1.20	1.20
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	37.97	38.59
Anorganische Substanz . .	62.03	61.41
	100.00	100.00

47.

Canis domesticus. (mas.) Spitzhund.

Das Thier, von welchem die Knochen genommen worden waren, war, als der Hundswuth verdächtig, getödtet worden, und es waren allerdings alle Anzeichen dieser Krankheit vorhanden. Da die Analyse ein ganz normales Verhältniss aller Bestandtheile ergab, habe ich, eben so wie in einem früheren Falle, keinen Anstand genommen, selbe hier anzuführen.

Es wurde erhalten:

	Tibia.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	59.52
Kohlensaure Kalkerde . .	5.84
Phosphorsaure Talkerde .	2.34
Salze	0.92
Knorpelsubstanz . . .	29.74
Fett	1.64
	100.00

	Tibia.
Organische Substanz . .	31.38
Anorganische Substanz . .	68.62
	100.00

48.

Canis domesticus. (fem.) Kleine englische Dogge. Drei bis vier Jahre alt. Die Knochen frisch zur Analyse genommen.

	Femur.	Humerus.	Costae ver.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	51.63	50.78	49.49
Kohlensaure Kalkerde .	12.63	12.07	12.58
Phosphorsaure Talkerde .	1.74	1.74	1.72
Salze	0.52	0.60	0.50
Knorpelsubstanz . .	32.34	33.72	34.58
Fett	1.14	1.09	1.13
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	33.48	34.81	35.71
Anorganische Substanz .	66.52	65.19	64.29
	100.00	100.00	100.00

	Os ilii.	Verteb. colli.	Vert. lumb.	Vert. caud.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	51.53	49.54	49.31	49.32
Kohlensaure Kalkerde .	12.91	12.51	12.41	12.59
Phosphorsaure Talkerde	1.69	1.70	1.70	1.60
Salze	0.51	0.50	0.50	0.51
Knorpelsubstanz .	32.30	34.65	34.97	34.88
Fett	1.06	1.10	1.11	1.10
	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	33.36	35.75	36.08	35.98
Anorganische Substanz	66.64	64.25	63.92	64.02
	100.00	100.00	100.00	100.00

49.

Canis domesticus. Castrat. Sehr grosser Fanghund. (16 Jahre alt.) Frische Knochen.

	Femur.	Tibia.	Humerus.	Verteb.	Costa.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	59.24	53.45	57.33	46.86	48.68

	Femur.	Tibia.	Humerus.	Verteb.	Costa.
Kohlensaure Kalkerde .	9.63	8.08	8.99	6.89	7.00
Phosphorsaure Talkerde	1.11	1.10	1.12	1.05	0.97
Salze	0.62	0.57	0.61	0.50	0.60
Knorpelsubstanz .	28.49	35.88	31.05	42.89	41.35
Fett	0.91	0.92	0.90	1.81	1.40
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Snbstanz .	29.40	36.80	31.95	44.70	42.75
Anorganische Substanz	70.60	63.20	68.05	55.30	57.25
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

50.

Canis Vulpes. (fem.) Fuchs. (Etwa 2 Monate alt.)
Frische Knochen.

	Femur.	Tibia.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	52.57	52.03
Kohlensaure Kalkerde . . .	7.20	7.10
Phosphorsaure Talkerde . . .	1.11	1.30
Salze	0.81	0.80
Knorpelsubstanz	37.12	37.47
Fett	1.20	1.30
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	38.32	38.77
Anorganische Substanz . . .	61.68	61.23
	100.00	100.00

51.

Canis Vulpes. (mas.) Ein Jahr alt.
Frischer Knochen.

	Femur.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	51.66
Kohlensaure Kalkerde . . .	9.44
Phosphorsaure Talkerde . .	1.00
Salze	0.40
Knorpelsubstanz	35.70
Fett	1.80
	100.00

	Femur.
Organische Substanz . . .	37.50
Anorganische Substanz . . .	62.50
	100.00

52.

Canis Vulpes. (mas.) alt.

	Femur.	Tibia.	Humer.	Verteb.	Os occip.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	62.29	60.66	60.81	56.97	57.50
Kohlensaure Kalkerde .	6.80	6.72	6.09	6.01	6.24
Phosphorsaure Talkerde	1.31	1.30	1.17	1.00	1.03
Salze	0.52	0.50	0.43	0.46	0.50
Knorpelsubstanz . .	28.27	29.89	30.72	34.17	33.74
Fett	0.81	0.93	0.78	1.39	0.99
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	29.08	30.82	31.50	35.56	34.73
Anorganische Substanz .	70.92	69.18	68.50	64.44	65.27
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

53.

Canis Lupus. Wolf. (Alter unbekannt, jedenfalls mehrere Jahre alt.)

Von einem etwa 10 Jahre lang aufbewahrten Skelet.

	Femur.	Humerus.	Costa.	Vertebrae.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	57.87	55.36	51.76	48.72
Kohlensaure Kalkerde	11.09	11.76	10.90	10.03
Phosphorsaure Talkerde	1.13	1.07	1.00	0.88
Salze . . .	1.02	0.99	0.90	0.91
Knorpelsubstanz .	27.44	29.51	33.78	37.53
Fett	1.45	1.31	1.66	1.93
	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz	28.89	30.82	35.44	39.46
Anorganische Substanz	71.11	69.18	64.56	60.54
	100.00	100.00	100.00	100.00

54.

Ursus Meles. (mas.) Dachs. (Etwa zweijährig.)
Frischer Knochen.

	Femur.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	66.99
Kohlensaure Kalkerde .	3.10
Phosphorsaure Talkerde .	1.20
Salze	0.75
Knorpelsubstanz . .	25.16
Fett	2.80
	100.00
Organische Substanz .	27.96
Anorganische Substanz .	72.04
	100.00

55.

Ursus Arctos. Brauner Landbär.
Die Knochen längere Zeit aufbewahrt.

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	61.28	61.64
Kohlensaure Kalkerde . . .	5.93	5.89
Phosphorsaure Talkerde. . .	1.03	1.07
Salze	0.75	0.77
Knorpelsubstanz	29.67	29.54
Fett	1.34	1.09
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	31.01	30.63
Anorganische Substanz . .	68.99	69.37
	100.00	100.00

56.

Erinaceus europaeus. (mas.) Igel (alt).
Frische Knochen.

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	56.18	56.97	55.99
Kohlensaure Kalkerde . .	7.80	7.88	7.82

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Talkerde . .	1.00	1.00	1.02
Salze	0.51	0.54	0.50
Knorpelsubstanz . . .	33.60	32.61	33.77
Fett	0.91	1.00	0.90
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	34.51	33.61	34.67
Anorganische Substanz . .	65.49	66.39	65.33
	100.00	100.00	100.00

57.

Talpa europaea. (mas.) Maulwurf.

Frische Knochen.

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	63.58	63.41
Kohlensaure Kalkerde .	4.11	5.00
Phosphorsaure Talkerde .	0.91	1.09
Salze	0.73	0.80
Knorpel	29.67	28.97
Fett	1.00	1.03
	100.00	100.00
Organische Substanz . .	30.67	30.00
Anorganische Substanz .	69.33	70.00
	100.00	100.00

Ordnung IX.

Flatterfüsser. Volitantia.

58.

Vespertilio murinus. Gemeine Fledermaus. (alt.)

Die Knochen frisch.

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	57.45	56.90
Kohlensaure Kalkerde .	4.77	6.00
Phosphorsaure Talkerde .	1.03	1.00

	Femur	Humerus.
Salze	0.75	0.80
Knorpelsubstanz . .	34.20	34.27
Fett	1.80	1.03
	100.00	100.00
Organische Substanz .	36.00	35.30
Anorganische Substanz .	64.00	64.70
	100.00	100.00

Bei einer anderen inländischen Fledermaus, welche ich mir aber nicht zu bestimmen getraue, fand ich:

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	60.27	60.29
Kohlensaure Kalkerde .	7.70	7.70
Phosphorsaure Talkerde .	0.92	0.90
Salze	0.94	0.91
Knorpelsubstanz . .	29.17	29.23
Fett	1.00	0.97
	100.00	100.00
Organische Substanz .	30.17	30.20
Anorganische Substanz .	69.83	69.80
	100.00	100.00

Ordnung X.

Daumfüsser. Pollicata.

59.

Cebus Capucinus. Kapuzineraffe.

Von einem längere Zeit hindurch aufbewahrten Skelete.

	Femur.	Humerus.	Vertebrae.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	54.33	51.87	50.43
Kohlensaure Kalkerde .	7.99	7.33	6.92
Phosphorsaure Talkerde .	1.58	1.72	1.33
Salze	0.89	0.93	0.92
Knorpelsubstanz . . .	34.01	37.18	39.04
	100.00	100.00	100.00

	Femur.	Humerus.	Vertebrae.
Fett	1.20	0.97	1.36
Organische Substanz . .	35.21	38.15	40.40
Anorganische Substanz .	64.79	61.85	59.60
	100.00	100.00	100.00

	Costa.	Scapula.	Os ilii.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	51.54	50.24	46.63
Kohlensaure Kalkerde . .	7.00	7.31	6.03
Phosphorsaure Talkerde . .	1.15	1.20	1.07
Salze	0.87	0.91	0.90
Knorpelsubstanz	38.37	39.33	44.16
Fett	1.07	1.01	1.21
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	39.44	40.34	45.37
Anorganische Substanz . .	60.56	59.66	54.63
	100.00	100.00	100.00

60.

Mycetes Ursinus. Schwarzer Pavian.

Ebenfalls von einem längere Zeit aufbewahrten Skelete.

	Femur.	Tibia.	Humerus.	Ulna.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	59.39	56.88	56.77	45.22
Kohlensaure Kalkerde .	10.37	9.99	9.07	8.72
Phosphorsaure Talkerde .	1.00	1.01	1.00	9.21
Salze	0.82	0.81	0.82	0.77
Knorpelsubstanz . .	27.29	29.28	31.22	34.73
Fett	1.13	2.03	1.12	1.35
	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	28.42	31.31	32.34	36.08
Anorganische Substanz .	71.58	68.69	67.66	63.92
	100.00	100.00	100.00	100.00

61.

Homo.

Fötus männlichen Geschlechtes von 6 — 7 Monaten.

Die Krankheit, in Folge welcher die Mutter starb, war nicht zu ermitteln.

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit kaum nachweisbarer Spur v. Fluorcalcium	53.46	53.46	53.15
Kohlensaure Kalkerde . .	3.06	3.10	3.05
Phosphorsaure Talkerde . .	2.10	2.00	1.96
Salze	1.00	1.07	1.02
Knorpelsubstanz . . .	40.38	40.37	40.82
Fett	Spur	Spur	Spur
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	40.38	40.37	40.82
Anorganische Substanz . .	59.62	59.63	59.18
	100.00	100.00	100.00

62.

Frühgeburt, weibl. Geschlechts, von 7 Monaten.

	Ulna.	Radius.	Scapula.	Clavicula.
Phosphorsaure Kalkerde m. sehr wenig Fluorcalcium	57.63	57.67	37.13	56.95
Kohlensaure Kalkerde .	5.86	5.89	5.99	5.75
Phosphorsaure Kalkerde .	1.10	0.99	1.12	1.07
Salze	0.60	0.67	0.62	0.73
Knorpelsubstanz . .	34.78	34.08	34.32	34.54
Fett	0.63	0.50	0.82	0.96
	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	35.41	34.58	35.14	35.50
Anorganische Substanz .	64.59	65.42	64.86	64.50
	100.00	100.00	100.00	100.00

Die in diesen beiden Untersuchungen durch Wasser aus der geglühten Substanz ausgezogenen Salze waren dieselben, welche aus den Knochen Erwachsener erhalten wurden. Fluor wurde in beiden Fällen, besonders bei der ersten Analyse, nur

sehr geringe Spur gefunden, indessen konnte auch nur wenig Substanz zur Probe angewendet werden.

63.

Knabe von 2 Monaten.

	Tibia.	Atlas.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	57.54	56.35
Kohlensaure Kalkerde . .	6.02	6.07
Phosphorsaure Talkerde .	1.03	1.00
Salze	0.73	1.65
Knorpelsubstanz . . .	33.86	34.92
Fett	0.82	1.01
	100.00	100.00
Organische Substanz . .	34.68	35.93
Anorganische Substanz . .	65.32	64.07
	100.00	100.00

64.

Knabe von $^3/_4$ Jahren.

	Femur.	Humerus.	Tibia.	Radius.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	48.11	50.15	48.55	45.38
Kohlensaure Kalkerde .	6.12	6.13	5.79	5.14
Phosphorsaure Talkerde .	0.97	1.00	1.00	0.93
Salze	1.23	1.30	1.24	1.07
Knorpelsubstanz . .	41.71	39.53	41.50	45.65
Fett	1.86	1.89	1.92	1.83
	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	43.57	41.42	43.42	47.48
Anorganische Substanz .	56.43	58.58	56.58	52.52
	100.00	100.00	100.00	100.00

	Ulna.	Costa.	Scapula.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	48.06	42.32	42.61
Kohlensaure Kalkerde . .	6.20	5.00	5.08
Phosphorsaure Talkerde .	1.01	0.89	0.92
Salze	1.24	1.09	1.10

	Ulna.	Costa.	Scapula.
Knorpelsubstanz . . .	41.70	48.55	48.36
Fett	1.79	2.15	1.93
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	43.49	50.70	50.29
Anorganische Substanz . .	56.51	49.30	49.71
	100.00	100.00	100.00

65.

Knabe von 5 Jahren.

	Femur.	Tibia.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	59.96	59.74
Kohlensaure Kalkerde . .	5.91	6.00
Phosphorsaure Talkerde .	1.24	1.34
Salze	0.69	0.63
Knorpelsubstanz . . .	31.28	31.34
Fett	0.92	0.95
	100.00	100.00
Organische Substanz . .	32.20	32.29
Anorganische Substanz .	67.80	67.71
	100.00	100.00

66.

Mädchen von 19 Jahren.

Das Individuum starb 13 Tage nachher, nachdem wegen Caries im Ellenbogengelenke die Amputation des Oberarmes gemacht worden war. Der Tod erfolgte unter den Zeichen der Phlebitis.

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	54.78	54.84
Kohlensaure Kalkerde . .	10.90	10.82
Phosphorsaure Talkerde . .	1.34	1.26
Salze	0.83	0.79
Knorpelsubstanz . . .	31.15	31.37
Fett	1.00	0.92
	100.00	100.00

	Femur.	Humerus.
Organische Substanz . .	32.15	32.29
Anorganische Substanz . .	67.85	67.71
	100.00	100.00

67.

Weib von 25 Jahren.

	Femur.	Tibia.	Fibula.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde m. etwas Fluorcalcium	57.42	57.18	57.39	58.03
Kohlensaure Kalkerde	8.92	8.93	8.92	9.04
Phosphorsaure Talkerde	1.70	1.70	1.63	1.59
Salze . . .	0.60	0.61	0.60	0.59
Knorpelsubstanz . .	29.54	29.58	29.49	29.66
Fett	1.82	2.00	1.97	1.09
	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	31.36	31.58	31.46	30.75
Anorganische Substanz .	68.64	68.42	68.54	69.25
	100.00	100.00	100.00	100 00

	Ulna.	Radius.	Metacarpus.	Clavicula.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	57.52	57.38	57.77	56.35
Kohlensaure Kalkerde	8.97	8.95	8.92	8.88
Phosphorsaure Talkerde	1.71	1.72	1.58	1.69
Salze . . .	0.67	0.63	0.61	0.59
Knorpelsubstanz .	29.14	29.43	29.23	30.66
Fett	1.99	1.89	1.89	1.83
	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	31.13	31.32	31.12	32.49
Anorganische Substanz	68.87	68.68	68.88	67.51
	100.00	100.00	100.00	100.00

	Os occipitis.	Costa.	Sternum.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	57.66	52.91	42.63
Kohlensaure Kalkerde .	8.75	8.66	7.19
Phosphorsaure Talkerde .	1.69	1.40	1.11
Salze	0.63	0.60	0.50

	Os occipitis.	Costa.	Sternum.
Knorpelsubstanz . .	29.87	33.06	46.57
Fett . . .	1.40	2.37	2.00
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	31.27	35.43	48.57
Anorganische Substanz .	68.73	64.57	51.43
	100.00	100.00	100.00

	Scapula.	Vertebrae.	Os innominatum.*)
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	54.76	44.28	49.72
Kohlensaure Kalkerde	8.58	8.00	8.08
Phosphorsaure Talkerde	1.53	1.44	1.57
Salze . . .	0.51	0.53	0.60
Knorpelsubstanz .	32.90	43.44	38.26
Fett . . .	1.73	2.31	1.77
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz	34.62	45.75	40.03
Anorganische Substanz	65.38	54.25	59.97
	100.00	100.00	100.00

68.

Mann zwischen 25—30 Jahren.

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	59.63	58.95	59.87
Kohlensaure Kalkerde .	7.33	7.08	7.76
Phosphorsaure Talkerde .	1.32	1.30	1.09
Salze	0.69	0.70	0.72
Knorpelsubstanz . .	29.70	30.42	29.28
Fett	1.33	1.55	1.28
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	31.03	31.97	30.56
Anorganische Substanz .	68.97	68.03	69.44
	100.00	100.00	100.00

*) Durch ein Versehen steht in Simon's Beiträgen zur physiologischen und pathologischen Chemie. B. I p. 260, wo diese Analyse angeführt ist, os ilii, statt os innominatum.

	Ulna.	Os occipitis.	Costa.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	59.30	58.43	55.66
Kohlensaure Kalkerde . .	7.35	8.00	6.64
Phosphorsaures Natron . .	1.35	1.40	1.07
Salze	0.73	0.90	0.62
Knorpelsubstanz	29.98	29.92	33.97
Fett	1.29	1.35	2.04
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	31.27	31.27	36.01
Anorganische Substanz . .	38.73	68.73	63.99
	100.00	100.00	100.00

69.

Weib von 62 Jahren.

Kretin. Es hatten die Knochen bereits 4 Jahre unter der Erde gelegen.

	Femur.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	63.17
Kohlensaure Kalkerde .	4.46
Phosphorsaure Talkerde .	1.29
Salze	0.90
Knorpelsubstanz . .	28.03
Fett	2.15
	100.00
Organische Substanz .	30.18
Anorganische Substanz .	69.82
	100.00

70.

Weib von 78 Jahren.

	Femur.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	57.36
Kohlensaure Kalkerde .	7.48
Phosphorsaure Talkerde .	1.10

	Femur.
Salze	0.97
Knorpelsubstanz . .	32.16
Fett	0.93
	100.00
Organische Substanz .	33.19
Anorganische Substanz .	66.81
	100.00

Da, wie schon bemerkt worden, die vorstehenden Analysen alle mit compacten Knochen angestellt wurden, indem auch bei den Rippen und ähnlichen Knochen, so viel wie möglich die spongiöse Substanz entfernt wurde, habe ich unabhängig von diesen Versuchen auch einige angestellt, welche bloss zum Zwecke hatten, das gegenseitige Verhältniss spongiöser und compacter Substanz kennen zu lernen. Ich habe Femora hierzu verwendet und die spongiöse Substanz aus der Mitte der Gelenkköpfe mittelst einer feinen Säge geschnitten. Sind diese Versuche auch nicht zahlreich angestellt worden, so geben sie, wie ich glaube, doch einigermassen Anhaltspunkte, besonders da schon einige Arbeiten hierüber vorhanden sind.

71.

Femur des Menschen.

Mann von 58 Jahren.

	Compacte Substanz.	Spongiöse Substanz.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium .	58.23	42.82
Kohlensaure Kalkerde .	8.35	19.37
Phosphorsaure Talkerde .	1.03	1.00
Salze	0.92	0.99
Knorpelsubstanz . .	31.47	35.82
	100.00	100.00
Organische Substanz .	31.47	35.82
Anorganische Substanz .	68.53	64.18
	100.00	100.00

72.

Femur eines Wolfes.

Junges Thier, doch erwachsen.

Phosphorsaure Kalkerde	Compacte Substanz.	Spongiöse Substanz.
mit Fluorcalcium . .	61.40	38.58
Kohlensaure Kalkerde .	7.49	19.77
Phosphorsaure Talkerde .	1.08	1.01
Salze	0.93	1.00
Knorpelsubstanz . .	29.10	39.64
	100.00	100.00
Organische Substanz . .	29.10	39.64
Anorganische Substanz .	70.90	60.36
	100.00	100.00

73.

Femur eines Pferdes.

Jedenfalls 12 Jahre alt.

Phosphorsaure Kalkerde	Compacte Substanz.	Spongiöse Substanz.
mit etwas Fluorcalcium	54.65	41.14
Kohlensaure Kalkerde .	11.74	18.93
Phosphorsaure Talkerde .	1.48	1.32
Salze	0.86	0.94
Knorpelsubstanz . .	31.27	37.67
	100.00	100.00
Organische Substanz . .	31.27	37.67
Anorganische Substanz .	68.73	62.33
	100.00	100.00

Es lässt sich das Fett mechanisch nicht wohl vollkommen von der spongiösen Substanz trennen, es wurde daher die compacte Substanz ebenfalls mit Aether ausgekocht, und bei keiner von beiden die Menge des Fettes bestimmt.

Es sind mir nur wenig Analysen von Säugethierknochen bekannt, doch will ich selbe hier anführen, und hierauf die zahlreicheren Untersuchungen von Menschenknochen folgen las-

sen, sammt den Resultaten, welche man aus denselben gezogen hat.

Fernandes de Barros hat eine vergleichende Untersuchung zwischen dem Gehalte der Knochen an kohlensaurer und phosphorsaurer Kalkerde angestellt. Er fand folgendes Verhältniss:

	Phosphorsaure Kalkerde.	Kohlensaure Kalkerde.
Löwe . . .	95.0	2.5
Schaaf . . .	80.0	19.3

Ueber das gegenseitige Verhältniss der organischen und anorganischen Substanz hat *Sebastian* verschiedene Untersuchungen angestellt. Er fand:

	Organ. Substanz.	Anorgan. Substanz.
Penisknochen einer Phoca .	61.6	38.4
Penisknochen des Wallrosses *(Trichecus rosmarus)* .	56.3	43.7
Spinalfortsatz eines Delphin .	60.0	40.0

Fourcroy und *Vauquelin*, und endlich *Berzelius* haben Ochsenknochen analysirt. Erstere fanden:

Phosphorsaure Kalkerde . .	38
Kohlensaure Kalkerde . . .	10
Phosphorsaure Talkerde . . .	1
Thonerde, Kieselerde, Eisenoxyd, Manganoxyd-Spur, Knorpelsubstanz	51
	100

Berzelius, der die vollständigste Analyse gegeben hat, fand:

Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . . .	57.35
Kohlensaure Kalkerde	3.85
Phosphorsaure Talkerde	2.05
Natron mit sehr wenig Kochsalz . . .	3.45
Knorpel, im Wasser vollkommen löslich, und Gefässe	33.30
	100.00

Menschliche Knochen wurden, wie gesagt, häufiger untersucht.

In Betreff der organischen und anorganischen Bestandtheile der Knochen hat *Rees* eine Reihe von Unter-

suchungen geliefert, bei welchen aber, wie es scheint, die Zahlen für die organische Substanz etwas zu hoch ausgefallen sind, welches wahrscheinlich seinen Grund darin hat, dass *Rees* die Knochen vor dem Glühen nicht hinlänglich ausgetrocknet hat. Unter sich scheinen die Angaben gut zu stimmen. *Rees* fand für ein vollkommen reifes todtgebornes Kind folgendes gegenseitige Verhältniss:

	Organ. Substanz.	Anorgan. Substanz.
Femur . .	42.49	57.51
Tibia . .	43.48	56.52
Fibula . .	44.00	56.00
Humerus . .	41.92	58.08
Radius . .	43.50	56.50
Ulna . .	42.41	57.59
Clavicula . .	43.25	56.75
Os Ilium . .	41.50	58.50
Scapula . .	43.40	56.60
Costa . .	46.25	53.75
Os temporum .	44.10	55.90

In dem compacten Theile der Knochen von Erwachsenen fand er:

	Organ. Substanz.	Anorgan. Substanz.
Femur . .	37.51	62.49
Tibia . .	39.99	60.01
Fibula . .	39.98	60.02
Humerus . .	36.98	63.02
Ulna . .	39.50	60.50
Radius . .	39.49	60.51
Os temporum .	36.50	63.50
Vertebrae . .	42.58	57.42
Costa . .	42.51	57.49
Clavicula . .	42.48	57.52
Os Ilium . .	41.21	58.79
Scapula . .	45.49	54.51
Sternum . .	44.00	56.00
Os metatarsi der grossen Zehe .	43.47	56.53

Diese vergleichende Versuche in Bezug auf den Gehalt an organischer und anorganischer Substanz zwischen den Knochen Neugeborner und Erwachsener zeigen, dass die der Erwachsenen nur wenig oder gar nicht an anorganischer Substanz zugenommen haben. Dass er in der Scapula der Neugeborenen mehr Knochenerde, als in der von Erwachsenen fand, ist wohl ein Beobachtungsfehler.

In demselben Betrachte hat *Thilenius* den Gehalt der Knochenerde verschiedener Knochen untersucht. Er fand: für ein neugebornes Kind:

	Organ. Substanz.	Anorgan. Substanz.
Knochen der Extremitäten	42.41	57.59
Hals und Rückenwirbel .	52.59	47.41

Knochen eines Knaben ergaben:

	Organ. Substanz.	Anorgan. Substanz.
Schlüsselbein . .	36.74	63.26
Stirnbein und Scheitelbein	34.79	65.21

Bei einem Erwachsenen:

	Organ. Substanz.	Anorgan. Substanz.
Os petrosum . .	31.28	68.72
Knochen der Extremitäten	33.34	66.66
Rippen . . .	36.63	63.37
Halswirbel . . .	43.66	56.34

Bei einem Greise:

	Organ. Substanz.	Anorgan. Substanz.
Stirnbein, Schenkelbein, Hinterhauptbein u. untere Kinnlade	33.21	66.79

Sebastian fand in menschlichen Knochen (eines Erwachsenen?):

	Organ. Substanz.	Anorgan. Substanz.
Hirnschale . . .	40.00	60.00
Humerus, Femur, Tibia .	36.66	63.34

H. Davy: bei einem Kinde

	Organ. Substanz.	Anorgan. Substanz.
Femur . . .	53	47

bei einem Erwachsenen

	Organ. Substanz.	Anorgan. Substanz
Femur . . .	37.5	62.0

Frerichs endlich, der in neuerer Zeit (1842) eine grössere Arbeit über Knochen ausgeführt und schöne Resultate erreicht hat, fand:

	Organ. Substanz.	Anorgan. Substanz.
Humerus, Ulna (Fötus v. 8 Monat.)	36.2	63.2
Os parietale (Kind v. 3 Jahren) .	33.7	66.3
Maxilla inferior (Kind v. 3 Jahren)	37.2	62.8
Radius (Knabe v. 10 Jahren) .	34.5	65.5

Für die Knochen von Erwachsenen:

	Organ. Substanz.	Anorgan. Substanz.
Os parietale . .	31.5	68.5
Pars petrosa ossis temporum	29.8	70.2
Maxilla inferior .	32.0	68.0
Sternum . .	3.53	64.7
Costa . .	34.7	65.3
Humerus . .	31.7	68.3
Radius . .	33.7	66.3
Tibia . . .	34.5	65.5
Fibula . . .	33.5	66.5
Os metatarsi . .	34.1	65.9
Patella . .	36.3	63.7
Corpus vertebrae lumbarum	39.5	60.5

Die bedeutendsten Unterschiede im Verhältniss der organischen und anorganischen Substanz hat *Schreyer* gefunden (1810). Durch Fehler im Austrocknen lassen sich solche nicht erklären, und es muss wohl ein Irrthum in der Beobachtung vorliegen. Er gibt an

	Organ. Substanz.	Anorgan. Substanz.
Kind . .	47.20	48.48
Erwachsener .	20.18	47.84
Greis . .	12.20	84.10

Vollständige Knochenanalysen älterer und neuerer Zeit sind endlich folgende:

	Radius
Phosphorsaure Kalkerde .	5.30
Kohlensaure Kalkerde . .	6.2
Gallerte	27.8
Wasser	13.0
	100.00

Denis.

	(?)
Phosphorsaure Kalkerde .	40.0
Kohlensaure Kalkerde . .	7.6
Lösliche Salze . . .	12.4
Organische Substanz . .	40.0
	100.00

Lassaigne.

	(?)
Phosphorsaure Kalkerde .	38.75
Kohlensaure Kalkerde .	3.85
Phosphorsaure Talkerde .	1.12
Organische Substanz . .	56.28
	100.00

Gaultier.

Phosphorsaure Kalkerde .	59.75
Kohlensaure Kalkerde .	9.28
Phosphorsaure Talkerde .	1.53
Flusssäure, Schwefelsäure .	Spur
Thierische Materie . .	29.28
Verlust	0.16
	100.00

Thilenius.

Die phosphorsaure Kalkerde ist hier auf 57.44 Kalkerde und 42.56 Säure berechnet.

Berzelius hat früher, und wiederholt in späterer Zeit Menschenknochen untersucht und mit Ausnahme des Fluorgehaltes, übereinstimmende Resultate erhalten.

	Erste Analyse.	Zweite Analyse.
Phosphorsaure Kalkerde mit ein wenig Fluorcalcium . .	— —	53.04
Phosphorsaure Kalkerde . .	51.04	— —

	Erste Analyse.	Zweite Analyse.
Fluorcalcium	2.00	— —
Kohlensaure Kalkerde . .	11.30	11.30
Phosphorsaure Talkerde . .	1.16	1.16
Natron mit sehr wenig Kochsalz	1.20	1.20
Knorpelsubstanz : . . .	32.17	32.17
Gefässe	1.13	1.13
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	33.30	33.30
Anorganische Substanz . .	66.70	66.70
	100.00	100.00

Die compacte Substanz des Femur eines 30jährigen Mannes hat *Marchand* untersucht und folgendes Resultat erhalten:

Basisch phosphorsaure Kalkerde	52.26
Fluorcalcium . . .	1.00
Kohlensaure Kalkerde . .	10.21
Phosphorsaure Talkerde .	1.05
Natron . . .	0.92
Chlornatrium . . .	0.25
Knorpel in Salzsäure unlöslich .	27.23
Knorpel in Salzsäure löslich .	5.02
Gefässe . . .	1.01
Eisenoxyd, Manganoxyd, Verlust	1.05
	100.00
Organische Substanz . .	33.26
Anorganische Substanz .	66.74
	100.00

Die letzte Analyse von Menschenknochen endlich, so viel mir wenigstens bekannt ist, hat *Lehmann* (1843) zugleich mit vergleichenden Bemerkungen anderer Arbeiten bekannt gemacht. Er erhielt in den Knochen eines 40jährigen Mannes (eines Selbstmörders):

	Humerus.	Radius.	Ulna.
Phosphorsaure Kalkerde und Fluorcalcium . . .	56.61	53.25	53.98
Kohlensaure Kalkerde . .	9.20	9.76	9.51

	Humerus.	Radius.	Ulna.
Phosphorsaure Talkerde .	1.08	1.06	1.07
Kochsalz	0.37	0.36	0.40
Natron	1.35	1.36	0.98
Organische Materie . .	31.52	33.76	33.23
Verlust	0.87	0.75	0.83
	100.00	100.00	100.00

	Femur.	Fibula.	Tibia.
Phosphorsaure Kalkerde u. Fluorcalcium	58.93	52.99	53.12
Kohlensaure Kalkerde . .	9.28	9.33	9.35
Phosphorsaure Talkerde . .	1.09	1.06	1.07
Kochsalz	0.40	0.37	0.39
Natron	1.04	1.07	0.99
Organische Materie . . .	28.61	34.14	34.10
Verlust	0.65	1.04	0.98
	100.00	100.00	100.00

Aus den Knochen eines 44jährigen Selbstmörders erhielt ferner *Lehmann:*

	Femur.	Tibia.	Fibula.
Phosphorsaure Kalkerde m. Fluorcalcium	52.67	52.93	52.04
Kohlensaure Kalkerde	10.03	9.88	10.13
Phosphorsaure Talkerde . . .	0.93	0.91	0.89
Natron	1.07	1.09	1.12
Kochsalz	0.34	0.31	0.39
Organische Materie	34.15	33.94	34.51
Verlust	0.71	0.94	0.92
	100.00	100.00	100.00

Das Verhältniss von organischer und anorganischer Substanz im spongiösen Theile der Knochen ist von *Rees* auf folgende Weise angegeben worden:

	Organ. Substanz.	Anorgan. Substanz.
Caput femoris . . .	39.19	60.81
Spongiöse Substanz der Rippe	46.88	53.12
Fester Knochen derselben Rippe	42.23	57.77

Durch Ausziehen mit Salzsäure erhielt *Berzelius:*

	Organische Substanz.
Spongiöse Substanz eines Röhrenknochen	26.5
Spongiöse Substanz eines Rückwirbels .	28.3
Desgleichen	30.0

Durch Einäschern wurde erhalten:

	Organische Substanz.
Menschlicher Hüftknochen . . .	37.0
Spongiöse Substanz der Kniescheibe . .	37.0

In demselben Betreffe und zugleich mit Rücksichtnahme auf den Gehalt an kohlensaurer und phosphorsaurer Kalkerde hat noch schlüsslich *Frerichs* Folgendes gefunden:

Spongiöse Knochen.

	I.	II.
Phosphorsaure Erden .	50.24	51.38
Kohlensaurer Kalk .	11.70	10.89
Organische Substanz .	38.22	37.42
	100.16	99.69

Compacte Knochen.

	I.	II.
Phosphorsaure Erden .	58.70	59.50
Kohlensaurer Kalk .	10.08	9.46
Organische Substanz .	31.46	30.49
	100.24	99.90

Einer Arbeit, welche *Nasse* ebenfalls in neuerer Zeit (1842) über Knochen bekannt gemacht hat, werde ich ausführlich weiter unten bei den krankhaften Knochen erwähnen, denn obgleich selbe keine eigentlich kranken Knochen betrifft, erscheint doch die Zusammensetzung der meisten von *Nasse* untersuchten Knochen so annormal, dass man wohl mit Recht schliessen darf, dass der pathologische Zustand der Individuen, denen die Knochen angehörten, mächtig auf selbe eingewirkt hat.

Es ist indess zu bemerken, dass nur wenige Beobachter die Krankheit des Individuums angegeben haben. Da selbe, wie *Nasse's* Arbeit beweist, wenigstens in vielen Fällen, einen bedeutenden Einfluss auf die Zusammensetzung der Knochen selbst

hat, so würde sich hieraus vielleicht die Verschiedenheit mancher Resultate erklären lassen, wenn selbe nämlich ausserordentlich differiren, wie z. B. die von *Schreyer.* Ich selbst habe ebenfalls nur in wenigen Fällen die Krankheit der Individuen erfahren können.

Schlüsse aus den vorstehenden Analysen der Säugethier- und Menschenknochen.

Organische Substanz, anorganische Substanz.

Ob eine der Thierordnungen, deren Knochen analysirt werden, sich durch einen grösseren oder geringeren Gehalt an anorganischer Substanz als eine andere ausgezeichnet, ist nicht mit Bestimmtheit zu ermitteln, da, was schon früher bekannt war, durch meine Analyse noch mehr festgestellt wurde, sowohl Verschiedenheit des Alters, als auch Individualität einen bedeutenden Einfluss auf dieses gegenseitige Verhältniss ausüben.

Dazu kömmt noch, dass die verschiedenen Knochen eines und desselben Individuums einen verschiedenen Gehalt an Knorpelsubstanz und Knochenerde zeigen, und es war nicht wohl möglich, von allen Thieren dieselben Knochen zu erhalten. Doch lassen sich immerhin einigermassen annähernde Resultate erhalten. Wo es zu thun war, habe ich, um von einem Standpunkte auszugehen, das Femur zur Analyse gewählt. Geht man indess, hiervon abzusehen, die erhaltenen Resultate durch, so findet man etwa Folgendes:

Bei dem einzigen Exemplare der Edentaten, welches untersucht wurde, zeigte sich ein geringer Gehalt an anorganischer Substanz, 62.37 zu 37.63, aber es standen bloss die Hautknochen zu Gebot, und das Alter des Thieres war nicht zu ermitteln. Es ist zu vermuthen, dass die übrigen Knochen des Rumpfes und der Extremitäten mehr anorganische Bestandtheile enthalten. — Von den Nagern zeigen die meisten das Verhältniss von 70 zu 30 pCt., bis auf die Gattung *Lepus*, welche meist mehr anorganische Substanz zeigen; ein Fötus ergiebt 68.71 anorganische Substanz, ein junges Thier 72.42,

eine unreife Frucht von *L. Cuniculus* 70.36, die alten Thiere haben 75.15, 72.93, 72.93.. Ein einziges junges, etwa zwei Monate altes Individuum hat weniger, nämlich 64.38. Es erscheint demnach beinahe, als hätten die Hasen etwas mehr Knochenerde, als die übrigen Thiere derselben Ordnung, ja fast am meisten unter den Säugethieren. Ich weiss keinen Grund hiefür anzugeben, aber ich bemerke noch, dass die Thiere zu ganz verschiedenen Jahreszeiten getödtet wurden, so dass die Nahrung derselben, Begattungszeit und dergleichen nicht von Einfluss seyn konnte. —

Fasst man die Resultate zusammen, die bei den Wiederkäuern erhalten worden sind, so stellt sich für die erwachsenen Thiere etwa das Verhältniss von 69—70 für anorganische Substanz heraus.

Bei den Pachydermen fand sich als Mittel 69.44, also ganz ähnlich dem bei den Wiederkäuern, indess hat sich bei *Equus* weniger Knochenerde als bei *Sus* gefunden.

Von Cetaceen habe ich nur eine Species, und von dieser nur Rippen und Wirbelknochen erhalten können. Es ist mithin eine Vergleichung ohne sonderlichen Werth.

Derselbe Fall fand bei der Ordnung der Flossenfüssigen statt.

Eine grössere Anzahl von Repräsentanten stand mir für die Krallenfüsser zu Gebot.

Als Mittel für die *Langgestreckten* ergab sich 69.17 anorganische Substanz. Die *Sanguinarien* haben 69.14. Das Geschlecht *Felis* ergab aber etwas mehr als *Canis.* Ersteres nämlich 70.67, letzteres 68.37 anorganische Substanz. Bei den *Sohlengängern* wurde 70.51, bei den *Insektenfressern* 67.41 gefunden, aber bei diesen beiden letzten waren wieder nur wenige Exemplare für die Analyse vorhanden.

Als Mittel für die Krallenfüsser überhaupt findet sich 69.05.

Flatterfüsser wurden nur zwei untersucht, und 64.00 und 69.83 erhalten. Ebenso bloss zwei Daumfüsser, die 64.79 und 71.58 ergaben.

Für den Menschen im erwachsenen Zustande ergaben meine Analysen 68.82. Bei Berechnung dieses Mittels ist die Analyse des Femurs der Frau von 78 Jahren nicht gezählt worden, da mir die mikroskopische Struktur nicht vollkommen normal erschien.

Ich muss überhaupt wiederholt darauf aufmerksam machen, dass bei der Analyse von menschlichen Knochen man es meist mit denen von Individuen zu thun hat, die an irgend einer Krankheit gestorben sind, während bei den Thierknochen im Allgemeinen wohl die überwiegende Mehrzahl von gesunden Exemplaren genommen ist. Dass aber bei vielen pathologischen Vorgängen, welche nicht gerade mit dem Ausdruck »Knochenkrankheit« bezeichnet werden können, dennoch die Knochen auf irgend eine Weise verändert seyn können, ja fast müssen, ist wohl keinem Zweifel unterworfen. Hohes Alter selbst ist gewissermassen ein pathologischer Zustand, und ich habe in der That gefunden, dass die Knochen der meisten Greise etwas erweiterte Markkanälchen, mehr Fett und zugleich etwas weniger anorganische Substanz zeigen, als Knochen von Individuen des mittleren Alters. Bei Ausschweifungen im Trunke entwickeln sich leicht arthritische Leiden. *Scherer* *) hat im Serum eines 64jährigen, dem Branntwein sehr ergebenen Mannes 10 pCt. phosphorsaure Kalk- und Talkerde gefunden. Die grosse Menge dieser Salze lässt sich wohl am einfachsten von den Knochen herleiten, direct oder indirect, d. h. die Knochen verlieren entweder durch den Stoffwechsel ihre Knochenerde in grösserem Maase, als eine Ersetzung derselben möglich ist, oder die phosphorsauren Salze, die den Knochen im normalen Zustande zugeführt werden sollten, werden denselben gar nicht oder nur höchst spärlich zugeführt, und sie werden durch die Ausscheidungen entfernt. *Nasse* hat gefunden, dass die Knochen von Branntweintrinkern stets verhältnissmässig weniger Knochenerde haben. Ich erwähne diess blos vorläufig, da ich *Nasse's* Untersuchungen später ausführlich anführen werde, und will

---

*) Beiträge zur phys. und pathol. Chemie etc. von F. Simon. B. I. p. 124.

hierdurch nur bemerken, dass man bei allgemeinen Schlüssen, die man über die menschlichen Knochen zu ziehen gedenkt, vorsichtig seyn muss.

Ich habe, um solche Fehler möglichst zu vermeiden, für die Analysen, wo ich nämlich gesunde Knochen untersuchen wollte, solche verwendet, die eine übereinstimmende und normale Struktur der Markkanälchen und Knochenkörperchen zeigten. Es war mir in meinem Verhältnisse nicht möglich, so viele menschliche Knochen zur Untersuchung zu erhalten, als ich gewünscht hätte, und es wohl nöthig gewesen wäre, und eben so wenig habe ich von der Krankheit der Individuen ausführliche Nachricht erhalten. Aber ein Chemiker, der Gelegenheit hat, an einem Krankenhause fortgesetzte Harn- und Bluntuntersuchungen zu machen, wird, wenn er sich bewogen fühlt, später an der Leiche Knochenuntersuchungen anzustellen, ohne Zweifel schöne Resultate erhalten.

Im Allgemeinen zusammengefasst, ergibt sich, mit der eigenthümlichen Ausnahme des Geschlechtes *Lepus*, für die Säugethiere etwa 69 — 70 pCt. anorganische Substanz, das erwachsene zeugungsfähige Thier genommen, wobei das Femur zu Grunde gelegt ist.

Die Resultate, die ich hier erhalten habe, stimmen mit den meisten Analysen neuerer Beobachter gut zusammen, so mit *Berzelius*, *Frerichs*, *Lehmann*, *Marchand*, und diess ist noch mehr der Fall, wenn man den Fettgehalt der Knochen, den ich bei der Angabe der organischen Bestandtheile mit eingerechnet habe, weglässt, wodurch sich etwas mehr dieser letzteren herausstellt. Einige frühere Beobachter, welche so bedeutende Mengen Knorpelsubstanz angegeben haben, mögen wohl nicht hinlänglich ausgetrocknet haben.

Organische und anorganische Substanz in Bezug auf das verschiedene Alter.

Alle Beobachtungen treffen darin zusammen, dass in der Jugend sich weniger Knochererde im Knochen findet, als im reiferen Alter. Es ist wohl anzunehmen, dass in der Jugend

ebenfalls einige Individuen mehr oder weniger anorganische Substanz zeigen werden, als andere von demselben Alter, und es werden hier wieder sowohl Individualität, als auch pathologische Einwirkungen modificirend auftreten. Aber dennoch bleibt das angegebene Verhältniss bei der Mehrzahl der Individuen stets vorherrschend.

Bei einem Fötus von 3 Wochen von *Lepus timidus* fand sich 68.71 anorganische Substanz; bei einem Thiere derselben Art, das bereits 8 Wochen alt war, 64.38; bei einem von 3 Monaten wurde 72.42 gefunden. Es zeigte mithin das Thier, welches bereits 8 Wochen geboren war, weniger Knochenerde, als der Fötus hatte.

Die 20 Tage alte, unreif geborne Frucht von *Lepus cuniculus* hatte 70.36 pCt. Ist auch, wie schon öfter erwähnt, bei den Hasen ein verhältnissmässig grosser Gehalt an anorganischer Substanz gegen organische zu bemerken, und ist diess selbst auch hier, wie es scheint, schon beim Fötus und beim jungen Thiere ausgesprochen, so steht deren relative Menge doch gegen die älterer Thiere derselben Art zurück.

Bei dem Fötus des Ochsen wurde 62.55 pCt. anorganische Substanz gefunden; bei einem Kalbe von 3 Wochen 68.59 pCt.; beim 3monatlichen Fötus des Pferdes 63.74 pCt.; bei einer Katze von 3 Wochen 68.59 pCt., bei einer von 4 Wochen nur 57.14 pCt.; bei neugebornen Hunden 53.99 pCt. und bei Thieren desselben Wurfes 6 Wochen später 62.03 pCt.

Die Knochen eines Fuchses von 2 Monaten zeigten 61.68 pCt., die eines 1jährigen Thieres 62.50, die eines alten Thieres 70.92 pCt.

Es wurden bei den Fötusknochen die Gelenkköpfe entfernt, und bloss die vollkommen verknöcherten Mittelstücke der Knochen zur Analyse verwendet. Zeigt sich bei den vorstehenden Fällen, schon beim Fötus ein ziemlich bedeutender Gehalt an Knochenerde, so zeigt sich beim Hunde und beim Fuchse Zunahme derselben nach der Geburt und im fortschreitenden Alter. Bei *Felis catus* aber tritt wieder eine scheinbare Anomalie auf, indem das ältere Thier fast 10 pCt. Knochenerde weniger als das jüngere zeigt.

Aber die Mehrzahl von Untersuchungen spricht zu Gunsten der Zunahme anorganischer Substanz.

Aehnliches sieht man beim Menschen. Ein Fötus von 6—7 Monaten hat 59.62 pCt. Eine Frühgeburt von 7 Monaten 64.59 pCt. (Ulna.) Ein Knabe von 2 Monaten 65.32 pCt. Aber ein anderer Knabe von dreiviertel Jahren hatte nur 56.43 pCt., also wieder weniger als das jüngere Individuum. Ein Knabe von 5 Jahren zeigt 67.80 pCt., mithin fast eben so viel, als man als Mittel für einen erwachsenen Menschen annehmen kann.

Ich habe mir im Verlaufe meiner Arbeit über die Knochen unter andern auch die Fragen gestellt, ob die Zunahme der anorganischen Substanz mit fortschreitenden Alter stets zunehme, ob z. B. nicht bei dem Eintreten der Zeugungsfähigkeit ein Stillstand eintrete, ob im hohen Alter wieder ein Abnehmen derselben zu bemerken sey?

Aber ich habe diese Fragen nicht genügend beantworten können, obgleich es scheint, als lasse die Mehrzahl der von mir gemachten Erfahrungen ihre Bejahung wahrscheinlich werden. Mangel an hinreichendem Material, was für diesen Fall hätte reichlich seyn müssen, und dann die oben mehrfach berührten, durch Individualität und vielleicht pathologische Verhältnisse bedingten Differenzen treten hier speciell störend auf.

Die Resultate früherer Beobachter stimmen, wie gesagt, mit den meinigen, in Betreff der Zunahme anorganischer Substanz im fortschreitenden Alter, überein.

Thilenius fand regelmässige Vermehrung derselben beim Neugeborenen, Knaben und beim Erwachsenen. Beim Greise fand er wieder eine Abnahme derselben, welches ich, wie oben erwähnt, auch öfters gefunden habe.

Auch *Davy* und *Frerichs* fanden eine Zunahme. Aber bei den Kinderknochen hat der letztere, bei den verschiedenen Individuen nicht immer dieselben Knochen untersucht. Doch ergab sich im Allgemeinen das ausgesprochene Verhältniss.

Die weiter oben schon angeführten Untersuchungen von *Schreyer* ergeben dasselbe, aber wie dort erwähnt, sind die gefundenen Unterschiede zwischen Kind, Erwachsenen und

Greis so bedeutend, dass ein Beobachtungsfehler zu vermuthen ist.

Auch die Untersuchungen von *Rees* deuten auf grösseren Gehalt anorganischer Substanz beim Erwachsenen als beim Kinde, obschon er im Ganzen zu wenig Knochenerde gefunden hat. Vergleichende Beobachtungen in diesem Bezuge, über Thierknochen, sind mir ausser den meinigen keine bekannt.

Gegenseitiges Verhältniss organischer und anorganischer Substanz der Knochen bei einem und demselben Individuum.

Es findet sich durchgängig, dass die Röhrenknochen mehr Knochenerde besitzen, als die kurzen Knochen, und dass von den Röhrenknochen der Säugethiere wieder das Femur den stärksten Gehalt an derselben zeigt. Bei dem grössten Theile der Säugethiere ist diess wenigstens der Fall. So bei den Nagern, den Wiederkauern und den Dickhäutern, ohne Ausnahme, bei allen Untersuchungen, die ich vorgenommen habe. Bei den Krallenfüssern findet sich einmal ein Fall vom Gegentheil bei *Felis catus*, welcher wohl bloss individuell seyn mag. Ein zweiter Fall tritt bei *Ursus Arctos* ein. Der Humerus hat 69.37, das Femur 68.99 anorganische Substanz. Ein dritter bei *Talpa*. —

Wie man nun eben geneigt ist, Wahrgenommenes mit einer einmal vorgesetzten Idee zu einen, so glaube ich, dass in den beiden letzten Fällen das Ueberwiegen anorganischer Substanz im Humerus gegen das Femur, bedingt seyn kann durch die Lebensweise beider Thierarten und durch ihre natürlichen Verrichtungen. Ich habe hierbei an das Klettern der Bären, an den vorzugsweisen Gebrauch ihrer Vorderfüsse beim Kampfe mit anderen Thieren, und bei Gewinnung ihrer Nahrung gedacht, und eben so an das Graben des Maulwurfes und an die allgemeine starke Ausbildung des Muskelsystems seiner vorderen Extremitäten.

Aber leider hat eine zweite Untersuchung, die ich bloss in Bezug auf den Gehalt an organischer und anorganischer Sub-

stanz im Femur und Humerus des Maulwurfes angestellt habe, für das Femur wieder 0.82 pCt. anorganische Substanz mehr ergeben, und so meine Theorie, wenn nicht umgestürzt, doch wenigstens erschüttert. *) Dass die Knochen der Extremitäten mehr anorganische Substanz, als die kurzen Knochen des Rumpfes besitzen, ist durch alle Untersuchungen hergestellt, und dass die Muskeln, welche eine grössere Kraft zu äussern bestimmt sind, theils durch das Tragen des Rumpfes selbst, theils durch die Verrichtungen, welche durch die Lebensweise des Individuums bedingt sind, auch durch stärkere, festere Knochen unterstützt sind, ist mithin schon ausgesprochen.

Es scheint mithin wohl immer nicht unwahrscheinlich, dass in den einzelnen Extremitäten selbst, je nachdem ihre Function mehr oder mindere Kraftäusserung erheischt, solche Unterschiede durch grössere oder geringere Festigkeit der Knochen bedingt sind. **)

Bei den Flatterfüssern, so wie bei den Daumfüssern, hat das Femur wieder mehr anorganische Substanz, als der Humerus, in ziemlicher Differenz bei den letzteren, in geringer bei den ersteren.

Beides scheint, abgesehen von der geringen Zahl der Beobachtungen, zu Gunsten des oben Ausgesprochenen zu sprechen.

Beim Menschen glaubte ich früher eine stetige grössere Menge anorganischer Substanz für den Humerus gegen das Femur zu finden. Ich habe aber in der Folge auch das Gegentheil gefunden, und die Resultate heben sich gegenseitig fast auf.

Die oben angegebenen Analysen zeigen, in diesem Betrachte zusammengestellt, folgendes Verhältniss:

---

*) Diese Analysen wurden früher und im Sommer 1843 angestellt, wo ich die frischen Knochen leicht erhalten konnte. Jetzt, wo ich die Resultate übersehe und die Schlussresultate zusammenstelle, fehlt mir das nöthige Material, um die Versuche vornehmen zu können. Aber es muss Gegenwärtiges jetzt in die Hände des Setzers gegeben, und eine Wiederholung der Versuche daher auf spätere Zeit verschoben werden.

**) Auch mit Hinweglassung des Fettgehaltes treten ähnliche Resultate hervor, wie sie so eben angegeben worden sind.

		Organ. Substanz.	Anorgan. Substanz.
Fötus v. 6—7 Monaten.	Femur	40.38	59.62
— — —	Humerus	40.82	59.18
Knabe v. 3/4 Jahren	Femur	43.57	56.43
— — —	Humerus	41.42	58.58
Mädchen v. 19 Jahren	Femur	32.15	32.29
— — —	Humerus	32.29	67.71
Weib von 25 Jahren	Femur	31.36	68.64
— — —	Humerus	30.75	69.25
Mann v. 25 — 30 Jahren	Femur	31.03	68.97
— — —	Humerus	30.56	69.44

Wird der Fettgehalt von dem Gesammtresultate der Analyse abgezogen, so erleiden die angegebenen Zahlen einige Veränderungen; aber ich glaube und habe diess schon oben gesagt, dass Fett wohl als ein integrirender Bestandtheil der Knochen betrachtet werden kann. Es wird aber auch bei von Fett befreiten Knochen die in Rede stehende Frage nicht auf gleiche Weise entschieden. Ich habe einige Knochen blos auf den Gehalt an organischer und anorganischer Substanz untersucht, die ich schon mit Aether vollkommen entfettet hatte, und dabei folgende Resultate erhalten:

		Organ. Substanz.	Anorgan. Substanz.
Mann von 40 Jahren.	Femur	29.87	70.13
— —	Humerus	29.34	70.66
Mann von 38 Jahren	Femur	31.02	68.98
— —	Humerus	30.35	69.65
Mann von 21 Jahren.	Femur	31.26	68.74
— —	Humerus	31.77	68.23
Weib von 30 Jahren.	Femur	30.27	69.73
— —	Humerus	30.08	69.92

Die übrigen Knochen der Extremitäten haben bei allen Säugethieren, so wie beim Menschen, mit nur sehr wenigen Ausnahmen, mehr organische Substanz als das Femur und der Humerus. Das Schlüsselbein verhielt sich so ziemlich wie die Knochen der Extremitäten.

Diesen ähnlich, oder ihnen in Betracht des Gehaltes an anorganischer Substanz gleich, stehen die Kopfknochen, von denen ich meist das Os occipitis geprüft habe. Die Hornzapfen der eigentlichen Hörnerträger haben weniger als die Kopfknochen, die Geweihe der Hirscharten wieder im Verhältniss mehr, als die Hornzapfen. Die Rippen haben mehr anorganische Substanz als die Wirbelknochen überhaupt, wenige Fälle ausgenommen. Die Beckenknochen scheinen zu wechseln, bei einer Affenart hatte das Os ilii weniger als die Rippen und Wirbel des Rückens.

Die Resultate, die andere Beobachter bei den menschlichen Knochen erhalten haben, ergeben ebenfalls durchgängig, dass die der Extremitäten mehr Knochenerde enthalten, als jene des Rumpfes.

Im Femur eines Neugeborenen fand *Rees* weniger anorganische Substanz, als im Humerus. Eben so bei einem Erwachsenen.

Lehmann hingegen fand im Humerus mehr. Aber *Rees*, *Frerichs* und *Lehmann* haben im Femur und Humerus mehr Knochenerde gefunden, wie in Tibia, Fibula, Ulna und Radius. Die übrigen Beobachtungen von *Rees* und *Frerichs*, in Betreff des Gehaltes an organischer und anorganischer Substanz in den verschiedenen Knochen des Rumpfes, variiren. So fand *Rees* für die Rippen und den Wirbel eines Erwachsenen fast gleiches Verhältniss an Knorpel (42.51 und 42.58.) *Frerichs* für die Rippen 23.7 und für den Körper der Rückwirbel 39.5. Manche Kopfknochen, die ich nicht untersucht habe, enthalten viele anorganische Substanz, so fand *Thilenius* im Os petrosum 68.72 und in den Knochen der Extremitäten desselben Individuums nur 66.66. *Frerichs* in demselben Knochen 70.2, im Humerus nur 68.3.

Es scheint also demnach, dass dieser Knochen noch mehr anorganische Theile, als die Röhrenknochen besitzt. —

Einige Versuche, die ich über die chemischen Eigenschaften des Knochenknorpels überhaupt angestellt habe, folgen weiter unten.

Phosphorsaure Kalkerde, Kohlensaure Kalkerde, Phosphorsaure Talkerde.

Das gegenseitige Verhältniss der phosphorsauren Kalkerde und der kohlensauren Kalkerde ist in den Knochen nicht immer dasselbe, wenn man die einzelnen Thiergattungen so wohl, als auch Individuen ein und derselben Art vergleicht.

Aber bei einem und demselben Individuum ist es in so ferne ein gleiches, dass bei Zunahme oder Abnahme des phosphorsauren Kalkes in irgend einem Knochen auch die Menge des kohlensauren Kalkes zu- oder abnimmt.

Es ergeben sich für die einzelnen Thierordnungen etwa folgende Mittel für den procentischen Gehalt an kohlensaurem Kalke: *)

Edentata = *6.73*

Glires = *9.48*

Die geringste Menge fand sich bei der Hausratte mit 6.72 pCt. für 69.92 anorganische und 30.08 organische Substanz, die grösste beim Hasen mit 10.73 pCt., für 72.93 anorganischer und 27.07 organischer Substanz.

Ruminantia = *9.86*

Es ergiebt sich indess hier, dass die Hirscharten weniger kohlensauren Kalk, als die eigentlichen Hornthiere haben, bei gleichem Gehalt an anorganischer Substanz überhaupt.

Pachydermata = *10.15*

Die Familie *Equus* hat mehr als *Sus*. Aber leider standen mir keine Knochen anderer Thiere aus dieser Ordnung zu Gebot.

Cetacea = *9.99*

Es konnten bloss Rippen und Wirbel des Delphin untersucht werden.

Pinnipedia = *7.23*

Auch hier steht als einzelne Untersuchung die der gemeinen Robbe da.

---

*) Es wurden hier nur die Analysen von Knochen erwachsener Thiere berechnet, und von diesen jedesmal allein das Femur, wenn solches untersucht wurde, wo nicht der Knochen, der den grössten Gehalt an anorganischer Substanz hatte.

Falculata = 8.02

Die Analyse der Rippe des Löwen Nro. 45, wurde nicht mitberechnet, weil schon der geringe Gehalt an anorganischen Bestandtheilen auf ein ziemlich junges Exemplar schliessen liess.

Die Knochen des Dachses und die des Maulwurfes hatten den geringsten Gehalt an kohlensaurem Kalke. Ersterer 3.10 pCt. bei 72.04 anorganischer Substanz, letzterer 4.11 pCt. und 69.33 anorganischer Substanz.

Volitantia = 6.26
Pollicata = 9.18

Für den Menschen wurde gefunden 8.59, mit Hinweglassung der Knochen des weiblichen Kretin, welche schon 4 Jahre vergraben gewesen waren, und mithin möglicher Weise verändert seyn konnten. Ueberblickt man diese Resultate, so ergiebt sich für die eigentlichen Pflanzenfresser, für die Wiederkäuer und die Dickhäuter ein etwas grösserer Gehalt an kohlensaurem Kalke, als für die Fleischfresser. Aber dieser Unterschied ist nicht sehr bedeutend, und einzelne Fleischfresser haben wieder mehr als einzelne Individuen der Pflanzenfresser.

Ueberblickt man aber die Analysen selbst, so findet man das oben Ausgesprochene bestätigt, dass nämlich auch Thiere ein und derselben Art bei gleichem, oder wenigstens sehr annäherndem Gehalte an anorganischen Bestandtheilen, verschiedene Mengen kohlensauren Kalkes zeigen, dass aber derselbe sodann in den Knochen eines und desselben Organismus mit der Menge der Knochenerde überhaupt steigt oder fällt.

Bei den oben angeführten Versuchen von *F. de Barros* ist für das Schaf 19.3 kohlensaurer Kalk angegeben, welche hohe Zahl ich nie gefunden habe. Aber es war mir auffallend, dass derselbe für den Löwen 2.5 gefunden hat, da sich auch mir nur eine sehr geringe Zahl ergeben, wenn gleich wahrscheinlich das Thier noch jung gewesen ist.

Fourcroy und *Vauquelin* haben in den Ochsenknochen 10 pCt. kohlensauren Kalkes, *Berzelius* 3.85 gefunden. Diess be-

weist den erwähnten variirenden Gehalt dieses Salzes in Knochen ebenfalls, denn diese ausgezeichneten Chemiker haben die differirenden Resultate sicher nicht durch Arbeitsfehler erhalten.

Wie man sich durch einen Ueberblick der oben angeführten Analysen anderer Beobachter überzeugen kann, hat man auch dasselbe wechselnde Verhältniss des kohlensauren Kalkes in den menschlichen Knochen gefunden. 6.2 pCt. *Denis.* 7.6 pCt. *Lussaigne.* 3.85 pCt. *Gaultier.* 9.28 pCt. *Thilenius.* 11.30 pCt. *Berzelius.* 10.21 pCt. *Marchand.* 9.28 und 10.03 pCt. *Lehmann.* 10.08 pCt. *Frerichs.*

Junge Individuen haben weniger kohlensaure Kalkerde, als erwachsene und ältere Thiere, diess ist wenigstens in der Regel der Fall. Aber diese Zunahme findet nicht regelmässig mit jener des Alters statt, und ist eben so wenig von jener der anorganischen Substanz selbst bedingt. Was ich aber über die Zunahme oder Abnahme der anorganischen Substanz im ganz hohen Alter gesagt habe, gilt auch hier in Bezug auf den kohlensauren Kalk. Ich vermag nicht zu bestimmen, ob dessen Menge im Greisenalter steigt oder fällt, und es mögen diese Fragen, die vielleicht mit der Zeit ein grösseres physiologisches Interesse erhalten werden, in der Folge entschieden werden.

Individualität und pathologische Verhältnisse, die dem analysirenden Chemiker nicht bekannt sind, bei Thierknochen meist nicht seyn können, treten hier so einwirkend auf, dass eine bedeutende Reihenfolge von Untersuchungen erfordert wird, um ein sicheres Urtheil zu fällen.

Die Menge der phosphorsauren Talkerde fällt oder steigt im Allgemeinen mit jener der Kalkerde. Sie übersteigt nach meinen Versuchen in den Knochen nur selten die von 2.5 pCt. Ihre Gegenwart kann kaum auffallen, wenn man bedenkt, dass sie der stete Begleiter der Kalkerde ist, so eigenthümlich auch von der anderen Seite das Verhalten dieser und ähnlicher Körper, z. B. des Eisens und Mangans, ist, von wel-

chen in der Natur fast in allen Verhältnissen stets grössere Mengen des einen von kleineren des anderen begleitet sind, und das sowohl in organischen, als anorganischen Körpern.

Die Bedeutung der Talkerde in den Knochen mag daher vielleicht keine andere seyn, als eben diese gegenseitige Anziehungskraft. Aber wir werden später sehen, dass in den Zähnen ein anderes Verhältniss auftritt, und dort dürfte das Erscheinen der Talkerde nicht ganz auf diese Rechnung zu setzen seyn.

Wenn es nicht einer Zufälligkeit zuzuschreiben ist, so verdient vielleicht bemerkt zu werden, dass bei mehreren ganz jungen Individuen etwas mehr phosphorsaure Talkerde gefunden wurde, als bei älteren überhaupt eine Mittelzahl sich ergeben würde.

In Wasser lösliche Salze der Knochen.

Weder in Beziehung auf die Thierklasse, noch auf das Alter der einzelnen Individuen habe ich bemerkenswerthe oder bezeichnende Unterschiede gefunden, welche durch quantitative oder qualitative Verhältnisse der in Wasser löslichen Salze ausgesprochen gewesen wären. Finden solche wirklich statt, so ist jedenfalls die geringe Menge, in welcher sie in den Knochen vorkommen, ein grosses Hinderniss in ihrer Feststellung. Es ist diess mit Eisen und Fluor derselbe Fall, und eben so mit den Spuren von Kieselerde.

Fett.

Die wenigen Untersuchungen, welche ich über das in den Knochen enthaltene Fett angestellt habe, habe ich bereits oben angegeben.

Die Mengen Fett, welche in den Knochen gefunden werden, sind verschieden, aber diese Verschiedenheit scheint mehr durch den speciellen Zustand jedes einzelnen Individuums, als durch die Ordnung oder Art, welcher das Thier angehört, be-

dingt zu werden. Von eigentlichen pathologischen Zuständen ist hier natürlich abgesehen.

Thiere, die schlecht gefüttert wurden und an den Stellen des Körpers, die sonst die bedeutendsten Fettablagerungen enthalten, nur wenig Fett zeigen, haben auch in den Knochen wenig Fett, aber fettfreie Knochen erwachsener Thiere habe ich nie gefunden, und die Masse des Fettes verringert sich auch nicht in den Knochen im gleichen Maasstabe, wie im übrigen Organismus. Dass das Fett der Knochen nicht bloss etwa von dem Markfette in den grossen Höhlen derselben herrührt, habe ich schon oben durch den markfreien Humerus der Vögel gezeigt, und es geht auch aus den Untersuchungen über die Knochen der Säugethiere hervor, dass zwar der Fettgehalt der Knochen einigermassen von dem des ganzen Organismus abhängt, dass aber eine gewisse Menge Fettes stets in den Knochen vorhanden ist. Bedeutende Unterschiede zwischen Fleisch- und Pflanzenfressern haben sich nicht ergeben. Indessen war mir der starke Fettgehalt der Pferdeknochen auffallend. Ich habe bei gänzlich ausgemagerten Pferden noch 2.0 bis 3.0 pCt. Fett in den Knochen gefunden. Ob diess eine Eigenthümlichkeit ist, die der ganzen Familie angehört, oder sich blos auf die Species *Equus caballus* beschränkt, kann ich nicht angeben, indem ich blos Knochen dieser letzteren untersuchen konnte.

Bei Thieren, die Winterschlaf halten, findet sich im Herbste mehr Fett in den Knochen, als im Frühling. Ich habe bei *Ursus Meles* im Herbste 3.0 bis 4.5 pCt. Fett in den Knochen gefunden, bei anderen Thieren von beiläufig gleichem Alter nach Verlauf des Winters 0.8 bis 0.5 pCt. Erstere waren aber vollkommen feist, während bei letzteren nur wenig Fett gefunden wurde. Derselbe Fall fand beim Hamster statt, bei Thieren, die im December und März ausgegraben wurden. Es verringerte sich also auch hier das Fett der Knochen mit der allgemeinen Fettablagerung des Körpers, ohne jedoch vollkommen zu verschwinden. Diese Abnahme des Fettes selbst in den Knochen während des Winterschlafes der Thiere spricht für *Liebig's* Ansicht für die Bedeutung des Fettes in solchen Fällen.

Lehmann *) glaubt, dass die Winterschlaf haltenden Thiere während des Schlafes selbst nur wenig Fett verlieren, sondern dass diess erst der Fall nach dem Wiederaufwachen derselben durch die wiedereintretende Bewegung sey. Bei den Hamstern aber, die noch schlafend ausgegraben wurden, war eine bedeutende Fettabnahme zu bemerken. Es ist indess hier der Ort nicht, diese Frage weiter zu erörtern, und ich habe nur angegeben, was ich gefunden habe, insofern sich solches auf den Fettgehalt der Knochen bezieht.

Bei jungen Thieren ist der Fettgehalt der Knochen nicht besonders verschieden von dem der älteren. Beim Fötus aber habe ich stets sehr wenig gefunden. War keine Knochenkrankheit vorhanden, und war die mikroskopische Struktur der Knochen eine regelmässige, so habe ich im höheren Alter, einige Fälle ausgenommen, keine besonders bemerkbare Fettzunahme gefunden. Im Uebrigen enthalten die cylindrischen Knochen aller Säugethiere meist weniger Fett als die kurzen, wurden auch letztere sorgfältig von der spongiösen Substanz befreit. **)

---

*) Lehrbuch der physiolog. Chemie von Lehmann, B. I. p. 272.

**) Die Resultate, welche Rees bei seinen Untersuchungen über die Knochen erhalten hat, sind in Erdmann's Journal B. XV. p. 442 in treffender bündiger Kürze zusammengestellt, und ich führe solche schlüsslich hier an, wörtlich, wie sie dort angeführt sind:

1) Die langen Knochen der Extremitäten enthalten mehr erdige Substanz, als die des Rumpfes.

2) Die Knochen der oberen Extremitäten enthalten etwas mehr organische Substanz, als die entsprechenden der unteren Extremitäten, der Oberarmknochen mehr, als das Schenkelbein u. s. w.

3) Der Oberarmknochen enthält mehr erdige Substanz, als der Radius und die Ulna (Knochen des Vorderarms); das Schenkelbein mehr, als die Tibia und Fibula (Unterschenkelknochen.)

4) Tibia und Fibula enthalten gleiche Mengen erdiger Substanz, und Radius und Ulna können ebenfalls als gleich zusammengesetzt betrachtet werden.

5) Die Wirbel, Rippen und das Schlüsselbein verhalten sich rücksichtlich der Mengen der erdigen Substanz gleich, das Darmbein enthält etwas mehr Erden, das Schulterblatt und das Brustbein etwas weniger, letzteres enthält mehr erdige Substanz, als das Schlüsselbein.

6) Die Schädelknochen enthalten mehr erdige Substanz, als die Knochen des Rumpfes, wie J. Davy schon bemerkt hat, das Schenkelbein und andere langen Knochen kommen ihnen jedoch, hinsichtlich ihres Erdengehaltes, sehr nahe.

7) Die Knochen des Metatarsus (Mittelfuss), stehen mit denen des Rumpfes gleich. —

Vögel.

Vögel.

Ordnung I.

Klettervögel.

1.

Psittacus cristatus, Cacadu. (Alter unbekannt.)

Die Knochen hatten etwa ein halbes Jahr gelegen, ehe sie untersucht wurden.

	Femur.	Humerus.	Clavicula.	Sternum.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	59.48	59.83	55.00	50.80
Kohlensaure Kalkerde .	7.33	7.25	6.88	6.00
Phosphorsaure Talkerde .	0.99	0.93	0.90	0.83
Salze	0.80	0.80	0.80	0.71
Knorpelsubstanz . .	30.49	30.29	35.52	40.74
Fett	0.91	0.90	0.90	0.92
	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	31.40	31.09	36.42	41.66
Anorganische Substanz .	68.60	68.81	63.58	58.34
	100.00	100.00	100.00	100.00

2.

Psittacus. (?) (Alter unbekannt.)

Die Knochen wurden frisch zur Analyse verwendet. Das Thier starb in der Gefangenschaft aus unbekannter Ursache. Ich getraue mich nicht mit Sicherheit dasselbe näher zu bestimmen.

Phosphorsaure Kalkerde	Femur.	Tibia.	Vertebrae.
mit etwas Fluorcalcium .	43.76	47.36	44.40
Kohlensaure Kalkerde .	8.00	9.18	7.35
Phosphorsaure Talkerde .	1.00	1.07	0.99
Salze	0.50	0.50	0.41
Knorpelsubstanz . . .	45.74	40.96	45.84
Fett	1.00	0.93	1.01
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	41.89	46.74	46.85
Anorganische Substanz .	58.11	53.26	53.15
	100.00	100.00	100.00

3.

Picus viridis. (mas.) Grünspecht (alt.)
Frische Knochen.

Phosphorsaure Kalkerde	Femur.	Tibia.	Humerus.	Os occipitis.
m. etwas Fluorcalcium	61.86	64.60	65.73	54.84
Kohlensaure Kalkerde	6.37	6.80	7.31	5.00
Phosphorsaure Talkerde	0.93	0.93	0.97	0.83
Salze . . .	0.84	0.89	0.99	0.77
Knorpelsubstanz . .	29.00	25.69	24.00	27.59
Fett	1.00	1.09	1.00	0.97
	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	30.00	27.78	25.00	38.56
Anorganische Substanz .	70.00	72.22	75.00	61.44
	100.00	100.00	100.00	100 00

4.

Picus medius. (fem.) Buntspecht (jung, aber vollkommen flügg.)
Frische Knochen.

Phosphorsaure Kalkerde	Femur.	Tibia.	Humerus.
mit etwas Fluorcalcium .	54.12	57.79	60.00
Kohlensaure Kalkerde . .	3.10	3.61	4.00
Phosphorsaure Talkerde . .	0.80	0.70	0.80

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Salze	0.70	0.70	0.90
Knorpelsubstanz . . .	40.38	36.40	33.40
Fett	0.90	0.80	0.90
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	41.28	37.20	34.30
Anorganische Substanz . .	58.72	62.80	65.70
	100.00	100.00	100.00

Bei einem älteren Exemplare von *Picus medius*, bei welchem bloss auf den Gehalt an organischer und anorganischer Substanz untersucht wurde, wurde gefunden:

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Organische Substanz . .	28.97	26.64	24.40
Anorganische Substanz . .	11.03	73.36	75.60
	100.00	100.00	100.00

Ordnung II.

Gangvögel. Ambulatores.

5.

Alcedo ispida. Eisvogel (alt.)

Frische Knochen.

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	60.43	62.20
Kohlensaure Kalkerde . .	6.66	6.92
Phosphorsaure Talkerde . .	1.04	1.04
Salze	0.94	0.98
Knorpelsubstanz . . .	28.93	26.99
Fett	2.00	1.87
	100.00	100.00
Organische Substanz . .	30.93	28.86
Anorganische Substanz . .	69.07	71.14
	100.00	100.00

6.

Upupa epops. (mas.) Wiedhopf (alt).
Frische Knochen.

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	59.01	61.01
Kohlensaure Kalkerde .	7.31	8.00
Phosphorsaure Talkerde .	1.01	0.99
Salze	1.00	0.99
Knorpelsubstanz . .	30.46	28.01
Fett	1.21	1.00
	100.00	100.00
Organische Substanz . .	31.67	29.01
Anorganische Substanz .	68.33	70.99
	100.00	100.00

7.

Certhia familiaris. Baumklette (alt).
Frische Knochen.

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	54.09	58.14	58.94
Kohlensaure Kalkerde .	8.23	9.27	9.31
Phosphorsaure Talkerde .	0.92	1.00	1.00
Salze	0.83	0.93	0.97
Knorpelsubstanz . .	33.62	27.93	27.92
Fett	2.31	2.73	1.86
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	35.93	30.66	29.78
Anorganische Substanz .	64.07	69.34	70.22
	100.00	100.00	100.00

8.

Turdus pilaris. (fem.) Singdrossel (alt).
Frische Knochen.

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	58.64	61.15	62.65
Kohlensaure Kalkerde . .	5.07	5.90	6.05

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Talkerde . .	0.83	0.90	0.90
Salze	0.77	0.79	0.84
Knorpelsubstanz . . .	33.43	29.73	28.02
Fett	1.26	1.53	1.54
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	34.69	31.26	29.56
Anorganische Substanz . .	65.31	68.74	70.44
	100.00	100.00	100.00

9.

Oriolus galbula. (fem.) Goldamsel (alt).

Frische Knochen.

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	64.97	69.60
Kohlensaure Kalkerde . . .	3.97	4.42
Phosphorsaure Talkerde. . .	1.02	1.01
Salze	0.94	0.97
Knorpelsubstanz	28.11	23.18
Fett	0.99	0.82
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	29.10	24.00
Anorganische Substanz . .	70.90	76.00
	100.00	100.00

10.

Lanius rufus. (mas.) Brauner Dorndreher (alt).

Frischer Knochen.

	Femur.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	58.42
Kohlensaure Kalkerde .	8.01
Phosphorsaure Talkerde .	0.91
Salze	0.77
Knorpelsubstanz . .	30.96
Fett	0.93
	100.00

	Femur.
Organische Substanz	31.89
Anorganische Substanz	68.11
	100.00

11.

Sturnus vulgaris. (mas). Gemeiner Staar (alt).

Frische Knochen.

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	60.83	61.73
Kohlensaure Kalkerde	3.96	3.92
Phosphorsaure Talkerde	0.99	0.97
Salze	0.88	0.84
Knorpelsubstanz	32.32	31.74
Fett	1.02	0.80
	100.00	100.00
Organische Substanz	33.34	32.54
Anorganische Substanz	66.66	67.46
	100.00	100.00

12.

Passer domestica. Haussperling.

Mehrere junge, dem Neste entnommene, etwa 6 — 7 Tage ausgeschlüpfte Exemplare.

Frische Knochen.

	Femur, Tibia, Humerus zusammen.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	39.78
Kohlensaure Kalkerde	3.62
Phosphorsaure Talkerde	0.40
Salze	0.30
Knorpelsubstanz	55.80
Fett	0.10
	100.00
Organische Substanz	55.90
Anorganische Substanz	44.10
	100.00

13.

Passer domestica.

Wieder mehrere Exemplare zusammen dem Neste entnommen. 14 Tage alt.

Frische Knochen.

Phosphorsaure Kalkerde	Femur, Tibia zusammen.	Humerus.
mit etwas Fluorcalcium .	45.00	49.00
Kohlensaure Kalkerde .	7.90	8.10
Phosphorsaure Talkerde .	0.60	0.62
Salze	0.41	0.40
Knorpelsubstanz . .	45.41	41.26
Fett	0.68	0.62
	100.00	100.00
Organische Substanz .	31.47	35.82
Anorganische Substanz .	68.53	64.18
	100.00	100.00

14.

Passer domestica.

Flügg. Etwa 4 Wochen ausgeflogen.

Frische Knochen.

Phosphorsaure Kalkerde	Femur.	Tibia.
mit etwas Fluorcalcium .	45.47	45.99
Kohlensaure Kalkerde . .	8.00	8.07
Phosphorsaure Talkerde .	0.60	0.60
Salze	0.40	0.53
Knorpelsubstanz . . .	44.83	44.10
Fett	0.70	0.71
	100 00	100.00
Organische Substanz . .	45.53	44.81
Anorganische Substanz . .	54.47	55.19
	100.00	100.00

15.

Passer domestica.

Brut von derselben Art. Im December getödtet.

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	42.73	47.63	46.94
Kohlensaure Kalkerde . .	8.70	8.71	9.90
Phosphorsaures Natron . .	1.00	0.92	1.07
Salze	0.90	0.92	1.08
Knorpelsubstanz	44.67	39.51	39.24
Fett	2.00	2.31	1.77
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	46.67	41.82	41.01
Anorganische Substanz . .	53.33	58.18	58.99
	100.00	100.00	100.00

16.

Passer domestica (alt.)

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	59.46	60.04
Kohlensaure Kalkerde .	8.88	9.97
Phosphorsaure Talkerde .	1.03	1.09
Salze	0.90	0.90
Knorpelsubstanz . .	27.20	26.14
Fett	2.53	1.86
	100.00	100.00
Organische Substanz .	29.73	28.00
Anorganische Substanz .	70.27	72.00
	100.00	100.00

17.

Corvus cornix (mas.) Nebelkrähe (alt.)

Frische Knochen.

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	60.57	65.43
Kohlensaure Kalkerde . .	7.04	5.21

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Talkerde .	0.83	0.83
Salze	0.70	0.80
Knorpelsubstanz . . .	30.46	26.93
Fett	0.40	0.80
	100.00	100.00
Organische Substanz . .	30.86	27.73
Anorganische Substanz .	69.14	72.27
	100.00	100.00

18.

Corvus Pica (mas.) Elster. (Jung, aber vollkommen flügg.)
Frische Knochen.

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	64.50	65.92	67.95
Kohlensaure Kalkerde . .	4.50	3.90	4.60
Phosphorsaure Talkerde .	0.91	1.00	1.10
Salze	0.60	0.70	0.70
Knorpelsubstanz . . .	28.59	27.58	24.85
Fett	0.90	0.90	0.80
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	29.49	28.48	25.65
Anorganische Substanz . .	70.51	71.52	74.35
	100.00	100.00	100.00

19.

Corvus Pica. (mas.) (Alt.)
Frische Knochen.

	Tibia.	Os occipitis.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	53.11	38.25
Kohlensaure Kalkerde .	21.11	17.09
Phosphorsaure Talkerde .	0.93	0.82
Salze	0.50	0.39
Knorpelsubstanz . .	23.35	42.46
Fett	1.00	0.99
	100.00	100.00

	Tibia.	Os occipitis.
Organische Substanz .	24.35	43.45
Anorganische Substanz .	75.65	56.55
	100.00	100.00

20.

Caprimulgus europaeus. (mas.) Ziegenmelker. (alt.)
Frischer Knochen.

	Femur.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	64.74
Kohlensaure Kalkerde .	4.44
Phosphorsaure Talkerde .	0.92
Salze	0.82
Knorpelsubstanz . .	28.C6
Fett	1.02
	100.00
Organische Substanz .	29.08
Anorganische Substanz .	70.92
	100.00

Ordnung III.

Raubvögel. Raptatores.

21.

Strix Aluco. (fem.) Graue Waldeule. (alt.)

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	36.08	40.58	42.50
Kohlensaure Kalkerde . .	24.00	24.20	25.20
Phosphorsaure Talkerde . .	1.00	1.20	1.00
Salze	0.60	0.60	0.90
Knorpelsubstanz	37.92	32.92	30.00
Fett	0.40	0.50	0.40
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	38.32	33.42	30.40
Anorganische Substanz . .	61.68	66.58	69.60
	100.00	100.00	100.00

22.

Strix Bubo. (mas.) Uhu. (alt.)

Frische Knochen.

	Femur.	Tibia.	Humerus.	Ulna.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	59.14	57.22	60.23	57.89
Kohlensaure Kalkerde .	8.11	7.99	8.90	8.11
Phosphorsaure Talkerde .	1.13	1.08	1.19	1.20
Salze	0.50	0.55	0.70	0.40
Knorpelsubstanz . .	29.99	32.07	27.99	31.33
Fett	1.13	1.09	0.99	1.07
	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	31.12	33.16	28.98	32.40
Anorganische Substanz .	68.88	66.84	71.02	67.60
	100.00	100.00	100.00	100.00

	Radius.	Metacarpus.	Sternum.	Costa. (a)*)
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	57.36	55.75	49.29	50.37
Kohlensaure Kalkerde .	8.00	8.10	7.39	7.90
Phosphorsaure Talkerde	1.00	1.00	0.93	0.98
Salze . . .	0.40	0.52	0.50	0.50
Knorpelsubstanz .	32.17	33.63	40.69	38.72
Fett	1.07	1.00	1.20	1.53
	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	33.24	34.63	41.89	40.25
Anorganische Substanz	66.76	65.37	58.11	59.75
	100.00	100.00	100.00	100.00

	Costa. (b)	Furcula.	Scapula.	Clavicula.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	53.28	49.75	55.19	56.75
Kohlensaure Kalkerde .	8.00	7.30	7.59	7.62
Phosphorsaure Kalkerde .	1.20	1.01	0.99	1.07

---

*) Costa (a) hierunter verstehe ich jenen Theil der Rippen, der an's Sternum gränzt, während unter (b), der den Wirbeln angehörige Theil verstanden ist.

	Costa (b).	Furcula.	Scapula.	Clavicula.
Salze	0.51	0.49	0.57	0.53
Knorpelsubstanz . .	35.57	40.46	34.68	33.02
Fett	1.44	0.99	0.98	1.01
	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	37.01	41.45	35.66	34.03
Anorganische Substanz .	62.99	58.55	64.34	65.97
	100.00	100.00	100.00	100.00

	Os ilii.	Vertebrae.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	49.52	49.61
Kohlensaure Kalkerde . . .	7.27	7.55
Phosphorsaure Talkerde . . .	0.90	1.00
Salze	0.41	0.42
Knorpelsubstanz	40.77	40.20
Fett	1.13	1.22
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	41.90	41.42
Anorganische Substanz . . .	58.10	58.58
	100.00	100.00

23.

Strix Noctua (mas.) Steinkautz (alt).

Frische Knochen.

	Fémur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	58.48	59.45	58.23
Kohlensaure Kalkerde .	9.15	9.51	13.30
Phosphorsaure Talkerde .	1.00	1.60	1.30
Salze	0.90	0.90	0.89
Knorpelsubstanz . .	29.37	27.44	25.38
Fett	1.10	1.10	0.90
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	30.47	28.54	26.28
Anorganische Substanz .	69.53	71.46	73.72
	100.00	100.00	100.00

24.

Falco tinnunculus (mas.) Thurmfalke (jung, aber vollkommen flügg). — Frische Knochen.

Phosphorsaure Kalkerde	Femur.	Tibia.	Humerus.
mit etwas Fluorcalcium	60.13	60.08	62.67
Kohlensaure Kalkerde .	0.77	0.80	0.80
Phosphorsaure Talkerde .	2.11	2.20	2.30
Salze	0.60	0.60	0.70
Knorpelsubstanz . .	35.69	35.62	32.93
Fett . . .	0.70	0.70	0.60
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	36.39	36.32	33.53
Anorganische Substanz .	63.61	63.68	66.47
	100.00	100.00	100.00

25.

Falco buto. (fem.) Gemeiner Aar (alt).
Frische Knochen.

Phosphorsaure Kalkerde mit	Femur.	Tibia.	Humerus.
etwas Fluorcalcium .	56.52	55.96	56.61
Kohlensaure Kalkerde .	9.99	9.07	10.07
Phosphorsaure Talkerde .	1.00	0.94	0.97
Salze	0.91	0.83	0.85
Knorpelsubstanz . .	30.47	31.99	30.57
Fett	1.11	1.21	0.93
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	31.58	33.20	31.50
Anorganiscbe Substanz .	68.42	66.80	68.50
	100.00	100.00	100.00

26.

Falco barbatus. Lämmergeier.
Der Knochen längere Zeit hindurch aufbewahrt.

Phosphorsaure Kalkerde	Humerus.
mit etwas Fluorcalcium .	60.71
Kohlensaure Kalkerde . .	2.60

	Humerus.
Phosphorsaure Talkerde .	1.01
Salze	0.99
Knorpelsubstanz . . .	32.89
Fett	1.80
	100.00
Organische Substanz . .	34.69
Anorganische Substanz . .	65.31
	100.00

27.

Falco gallinarius. (fem.) Hühnerhabicht (alt).
Frische Knochen.

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	61.76	64.39
Kohlensaure Kalkerde .	6.66	7.03
Phosphorsaure Talkerde .	1.00	0.94
Salze	0.82	0.92
Knorpelsubstanz . .	28.68	25.73
Fett	1.08	0.99
	100.00	100.00
Organische Substanz .	29.76	26.72
Anorganische Substanz .	70.24	73.28
	100.00	100.00

Ordnung IV.

Scharrvögel. Rasores.

28.

Phasianus colchicus. (mas.) Gemeiner Fasan. (alt.)
Frischer Knochen.

	Femur.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	63.02
Kohlensaure Kalkerde .	10.68
Phosphorsaure Talkerde .	2.36
Salze	0.90

	Femur.
Knorpelsubstanz . .	22.24
Fett	0.80
	100.00
Organische Substanz .	23.04
Anorganische Substanz .	76.96
	100.00

29.

Gallus gallinaceus. (fem.) Haushuhn. (6 Wochen alt.)

Frische Knochen.

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	49.23	47.41	50.96
Kohlensaure Kalkerde	13.72	13.74	15.32
Phosphorsaure Talkerde	1.17	1.13	1.13
Salze . . .	0.80	0.80	0.81
Knorpelsubstanz .	34.18	36.02	30.98
Fett . . .	0.90	0.90	0.80
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz	35.08	36.92	31.78
Anorganische Substanz	64.92	63.08	68.22
	100.00	100.00	100.00

30.

Gallus gallinaceus. (mas.) (Sehr alt.)

Frische Knochen.

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	59.82	59.89	59.50
Kohlensaure Kalkerde	10.89	10.88	10.94
Phosphorsaure Talkerde	1.13	1.20	1.14
Salze . . .	0.97	1.00	0.92
Knorpelsubstanz .	26.17	25.66	26.59
Fett . . .	1.02	1.37	0.91
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz	27.19	27.03	27.50
Anorganische Substanz	72.81	72.97	72.50
	100.00	100.00	100.00

31.

Gallopavo americanus (mas.) Truthuhn (2jährig).
Frische Knochen.

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	56.70	56.42
Kohlensaure Kalkerde . . .	11.05	11.00
Phosphorsaure Talkerde . .	0.94	0.92
Salze	0.82	0.94
Knorpelsubstanz	29.52	29.92
Fett	0.97	0.80
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	30.49	30.72
Anorganische Substanz . .	69.51	69.28
	100.00	100.00

32.

Tetrao Perdix (mas.) Rebhuhn (jung).
Frische Knochen.

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	57.81	56.52	56.74
Kohlensaure Kalkerde	9.00	9.01	10.01
Phosphorsaure Talkerde	1.02	1.00	1.00
Salze . . .	0.99	0.97	0.99
Knorpelsubstanz .	29.95	31.20	30.26
Fett . . .	1.23	1.30	1.00
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz	31.18	32.50	31.26
Anorganische Substanz	68.82	67.50	68.74
	100.00	100.00	100.00

33.

Tetrao Perdix (fem.) (alt).
Frische Knochen.

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	59.78	59.01	60.62

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Kohlensaure Kalkerde	10.12	10.11	10.19
Phosphorsaure Talkerde	1.23	1.30	1.01
Salze . .	1.00	1.00	1.14
Knorpelsubstanz .	26.77	27.49	26.17
Fett . . .	1.10	1.09	0.87
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz	27.87	28.58	27.04
Anorganische Substanz	72.13	71.42	72.96
	100.00	100.00	100.00

34.

Tetrao Perdix (mas.) (alt).

Frische Knochen.

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	61.00	60.46	62.04
Kohlensaure Kalkerde . .	15.66	15.07	15.33
Phosphorsaure Talkerde . .	1.34	1.32	1.36
Salze	0.73	0.90	0.89
Knorpelsubstanz . . .	19.59	20.35	19.01
Fett	1.68	1.90	1.37
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	21.27	22.25	20.38
Anorganische Substanz . .	78.73	77.75	79.62
	100.00	100.00	100.00

35.

Columba domestica (mas.) Haustaube (jung, kaum flügg).

Frische Knochen.

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	52.97	49.67	51.52
Kohlensaure Kalkerde . .	4.39	4.60	5.20
Phosphorsaure Talkerde . .	0.60	0.60	0.90
Salze	0.80	0.90	0.80
Knorpelsubstanz . . .	40.24	43.13	40.78
Fett	1.00	1.10	0.80
	100.00	100.00	100.00

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Organische Substanz . .	41.24	44.23	41.58
Anorganische Substanz . .	58.76	55.77	58.42
	100.00	100.00	100.00

36.

Columba domestica (alt).

Frische Knochen.

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	65.81	65.99	66.03
Kohlensaure Kalkerde . .	10.61	10.83	8.01
Phosphorsaure Talkerde . .	0.90	0.81	1.21
Salze	0.90	0.90	0.81
Knorpelsubstanz . . .	20.58	20.37	22.84
Fett	1.20	1.10	1.10
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	21.78	21.47	23.94
Anorganische Substanz . .	78.22	78.53	76.06
	100.00	100.00	100.00

37.

Columba palumbus (mas.) Grösste Holztaube (alt).

Frische Knochen.

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	68.84	68.43	68.90
Kohlensaure Kalkerde . .	1.83	1.80	1.86
Phosphorsaure Talkerde . .	3.41	3.51	3.19
Salze	0.81	0.72	0.74
Knorpelsubstanz . . .	24.21	24.64	24.51
Fett	0.90	0.90	0.80
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	25.11	25.54	25.31
Anorganische Substanz . .	74.89	74.46	74.69
	100.00	100.00	100.00

38.

Columba turtur (fem.) Turteltaube (alt).

Frische Knochen.

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	82.09	80.01	79.12
Kohlensaure Kalkerde . .	3.30	3.20	3.40
Phosphorsaure Talkerde . .	1.00	1.10	1.11
Salze	0.60	0.70	0.70
Knorpelsubstanz . . .	12.21	14.19	15.07
Fett	0.80	0.80	0.60
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	13.01	14.99	15.67
Anorganische Substanz . .	86.99	85.01	84.33
	100.00	100.00	100.00

Von der Ordnung V., den Laufvögeln, habe ich nicht einen einzigen Repräsentanten zur Untersuchung erhalten können.

Ordnung VI.

Wadvögel. Grallatores.

39.

Ardea stellaris. (mas.) Grosse Rohrdommel (alt).

Frische Knochen.

	Femur.	Tibia.	Humerus.	Ulna.	Radius.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	58.02	60 40	60.75	57.57	57.67
Kohlensaure Kalkerde .	8.06	8.60	9.11	8.07	8.03
Phosphorsaure Talkerde	1.10	1.10	1.50	1.11	1.00
Salze	0.70	0.60	0.70	0.59	0.58
Knorpelsubstanz . .	29.62	26.30	26.04	30.22	30.72
Fett	2.50	3.00	1.90	2.44	2.00
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	32.12	29.30	27.94	32.66	32.72
Anorganische Substanz	67.88	70.70	72.06	67.34	67.28
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Phosphorsaure Kalkerde	Metacarpus.	Sternum.	Costae.	Furcula.
mit etwas Fluorcalcium	58.97	49.69	43.69	51.67
Kohlensaure Kalkerde .	8.55	7.90	7.01	8.00
Phosphorsaure Talkerde	1.08	0.99	0.88	0.99
Salze . . .	0.59	0.52	0.47	0.50
Knorpelsubstanz .	28.71	38.56	45.04	36.89
Fett . . .	2.10	2.34	2.91	1.95
	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	30.81	40.90	47.95	38.84
Anorganische Substanz	69.19	59.10	52.05	61.16
	100.00	100.00	100.00	100.00

Phosphorsaure Kalkerde	Scapula.	Clavicula.	Os ilii.	Vertebrae.
mit etwas Fluorcalcium	52.91	53.31	48.97	52.40
Kohlensaure Kalkerde .	8.00	8.00	7.33	8.02
Phosphorsaure Talkerde	0.98	1.00	0.87	1.01
Salze	0.50	0.50	0.40	0.51
Knorpelsubstanz . .	35.60	35.84	39.62	34.86
Fett	2.01	1.35	2.81	3.20
	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	37.61	37.19	42.43	38.06
Anorganische Substanz .	62.39	62.81	57.57	61.94
	100.00	100.00	100.00	100.00

40.

Ardea major. (mas.) Grauer Reiher (alt).

Frische Knochen.

Phosphorsaure Kalkerde	Femur.	Tibia.	Humerus.
mit etwas Fluorcalcium	52.04	57.47	57.43
Kohlensaure Kalkerde .	13.20	8.30	10.47
Phosphorsaure Talkerde	0.98	0.91	0.83
Salze	0.60	0.80	0.90
Knorpelsubsanz . .	32.02	31.02	29.27
Fett	1.16	1.50	1.10
	100.00	100.00	100.00

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Organische Substanz .	33.18	32.52	30.37
Anorganische Substanz .	66.82	67.48	69.63
	100.00	100.00	100.00

41.

Scolopax rusticola. (mas.) Waldschnepfe (alt).

Frische Knochen.

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	68.14	72.54	73.30
Kohlensaure Kalkerde . .	3.20	4.30	4.60
Phosphorsaure Talkerde . .	1.00	1.20	1.30
Salze	0.60	0.70	0.76
Knorpelsubstanz . . .	24.66	18.76	18.08
Fett	2.40	2.50	1.96
	100.00	100.00	100. 00
Organische Substanz . .	27.06	21.26	20.04
Anorganische Substanz . .	72.94	78.74	76.96
	100.00	100.00	100.00

42.

Tringa Vanellus. Kibitz (jung).

Frische Knochen.

	Femur.	Tibia.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	58.89	66.24
Kohlensaure Kalkerde . .	2.51	2.70
Phosphorsaure Talkerde . .	1.20	1.18
Salze	0.70	0.70
Knorpelsubstanz . . .	34.29	26.68
Fett	2.41	2.50
	100.00	100.00
Organische Substanz . .	36.70	29.18
Anorganische Substanz . .	63.30	70.82
	100.00	100.00

43.

Tringa Vanellus. (mas.) alt.

Frische Knochen.

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	70.18	70.01	68.09
Kohlensaure Kalkerde .	7.21	7.42	7.10
Phosphorsaure Talkerde .	1.00	1.10	1.10
Salze	0.60	0.60	0.70
Knorpelsubstanz . . .	19.81	18.67	21.91
Fett	1.20	2.20	1.10
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	21.01	20.87	23.01
Anorganische Substanz .	78.99	79.13	76.99
	100.00	100.00	100.00

44.

Tringa ochropus. (mas.) Wasserläufer (alt).

Frische Knochen.

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde m. etwas Fluorcalcium	57.36	59.56	63.84
Kohlensaure Kalkerde	8.11	8.09	9.22
Phosphorsaure Talkerde	0.70	0.73	0.91
Salze	0.84	0.91	0.83
Knorpelsubstanz .	30.65	27.70	22.84
Fett	2.34	3.01	2.36
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	32.99	30.71	25.20
Anorganische Substanz	67.01	69.29	74.80
	100.00	100.00	100.00

45.

Fulica atra. (fem.) Blässhuhn (alt).

Frischer Knochen.

	Femur.
Phosphorsaure Kalkerde m. etwas Fluorcalcium	62.91
Kohlensaure Kalkerde .	6.05

	Femur.
Phosphorsaure Talkerde	0.94
Salze . . .	0.76
Knorpelsubstanz . .	27.21
Fett	2.13
	100.00
Organische Substanz .	29.34
Anorganische Substanz	70.66
	100.00

Ordnung VII.

Schwimmvögel. Natatores.

46.

Anas Boschas domestica. (mas.) Hausente (jung).

Frische Knochen.

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	60.42	59.85	61.78
Kohlensaure Kalkerde .	6.27	6.30	6.29
Phosphorsaure Talkerde	1.00	1.07	1.12
Salze . . .	0.53	0.83	0.84
Knorpelsubstanz . .	30.43	30.40	29.20
Fett	1.35	1.55	0.77
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	31.78	31.95	29.97
Anorganische Substanz	68.22	68.05	70.03
	100.00	100.00	100.00

47.

Anas fuligula. (fem.) Reiherente (alt).

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	61.74	63.06
Kohlensaure Kalkerde .	8.84	8.88
Phosphorsaure Talkerde .	0.92	0.91
Salze	0.83	0.89

	Femur.	Humerus.
Knorpelsubstanz . .	25.85	24.71
Fett	1.82	1.55
	100.00	100.00
Organische Substanz . .	27.67	26.26
Anorganische Substanz .	72.33	73.74
	100.00	100.00

48.

Anas crecca. (mas.) Krickente (alt).

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	59.10	60.62
Kohlensaure Kalkerde .	10.00	10.09
Phosphorsaure Talkerde	1.07	1.05
Salze	0.92	0.98
Knorpelsubstanz . .	27.25	25.81
Fett	1.66	1.45
	100.00	100.00
Organische Substanz .	28.91	27.26
Anorganische Substanz .	71.09	72.74
	100.00	100.00

49.

Anas Anser. (mas.) Gans. (Jung, etwa 1/4 Jahr alt.)
Frische Knochen.

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	60.00	58.01
Kohlensaure Kalkerde .	5.54	5.09
Phosphorsaure Talkerde	0.73	0.71
Salze	0.82	0.80
Knorpelsubstanz . .	31.20	34.26
Fett	1.71	1.13
	100.00	100.00
Organische Substanz .	32.91	35.39
Anorganische Substanz .	67.09	64.61
	100.00	100.00

50.

Anas Anser. (fem.) Alt, angeblich 15 Jahre alt.
Frische Knochen.

	Femur.	Tibia.	Humerus.	Vertebrae.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	55.52	56.00	55.91	45.01
Kohlensaure Kalkerde .	13.68	14.06	14.06	11.37
Phosphorsaure Talkerde	1.00	1.20	1.10	0.88
Salze	0.41	0.51	0.50	0.50
Knorpelsubstanz . .	28.54	27.10	27.69	40.43
Fett	0.85	1.13	0.74	1.81
	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	29.39	28.23	28.43	42.24
Anorganische Substanz .	70.61	71.77	71.57	57.76
	100.00	100.00	100.00	100.00

	Os occipitis.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	47.63
Kohlensaure Kalkerde .	13.00
Phosphorsaure Talkerde	1.00
Salze . . .	0.48
Knorpelsubstanz . .	36.98
Fett	0.91
	100.00
Organische Substanz .	37.89
Anorganische Substanz	62.11
	100.00

51.

Cygnus Olor. Gemeiner Schwan (alt).
Die Knochen von einem längere Zeit hindurch aufbewahrten Skelet.

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	59.49	59.31	59.81
Kohlensaure Kalkerde .	10.00	11.00	11.00
Phosphorsaure Talkerde .	0.86	0.96	0.90
Salze	0.75	0.80	0.84

	Femur.	Tibia.	Humerus.
Knorpelsubstanz . .	27.90	26.13	26.19
Fett	1.00	1.80	1.26
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	28.90	27.93	27.45
Anorganische Substanz .	71.10	72.07	72.55
	100.00	100.00	100.00

Es sind mir keine weiteren Analysen von Vogelknochen bekannt, als folgende:

	Phosphorsaure Kalkerde.	Kohlensaure Kalkerde.
Knochen eines Huhnes	88.9	10.4
		F. de Barros.

	Organ. Substanz.	Anorgan. Substanz.
Furcula einer Ente	55.0	45.0
		Sebastian.

Ich werde mithin bei den Schlussfolgerungen, die sich aus den Analysen ergeben, blos auf meine, eben auch nicht sehr zahlreichen Untersuchungen beschränkt seyn.

Organische Substanz, anorganische Substanz.

Zur Berechnung der Mittel für die anorganische Substanz habe ich bei den Säugethieren das Femur genommen, um einen festen Anhaltspunkt zu haben. Ich wähle zu dieser Vergleichung bei den Vögeln den Humerus, da dieser Knochen hier, so wie bei den Säugethieren das Femur in der überwiegenden Mehrzahl von Fällen den grössten Gehalt an anorganischer Substanz zeigte. Wo der Humerus nicht untersucht werden konnte, habe ich das Femur gewählt, obgleich bei einigen Ordnungen in Betreff der grösseren Menge Knochenerde dieser Knochen von der Tibia übertroffen wird.

Da nicht immer alle Knochen eines und desselben Thieres untersucht werden konnten, werden so sich die gegenseitigen Verhältnisse ungezwungener oder der Wahrheit sich mehr nähernd ergeben, als wenn die Mittel aus den unvollständigen Analysen der Knochen des Körpers gezogen worden wären.

Auf diese Weise berechnet, ergibt sich für die Klettervögel = 68.64 pCt., aber es fällt sogleich in die Augen, dass diese ziemlich geringe Mittelzahl durch den wenigen Gehalt an anorganischer Substanz bedingt ist, den die Papageiknochen ergeben haben, während die Spechte mehr haben, mit Ausnahme des jungen, aber vollkommen flüggen Buntspechts.

Für die Gangvögel findet sich 70.24 pCt. Auch hier ergiebt sich bedeutende Verschiedenheit bei den einzelnen Arten, und, worauf ich später zurückkommen werde, ähnliches Verhältniss für junge Thiere.

Bei den Raubvögeln ergiebt sich 69.70 pCt. Hier hat der Humerus des Lämmergeier die wenigste anorganische Substanz, aber das Alter des Thieres war nicht auszumitteln. Er hatte 65.31 pCt., während derselbe Knochen beim Steinkautz 73.72 pCt. als höchste Zahl ergab.

Als Mittelzahl für die Scharrvögel findet man 75.8 pCt. und es ist aus den Analysen ersichtlich, dass wirklich die Mehrzahl derselben einen bedeutenden Gehalt an Knochenerde besitzt. Die wilden Hühner und die Tauben scheinen hierin den Vorzug zu besitzen, so hat *Tetrao Perdix* 79.62 pCt., und *Columba turtur* 84.33 pCt. Bei ganz alten Rebhühnern habe ich eine der letzteren ähnliche hohe Zahl ebenfalls öfters gefunden, und nur oft wiederholte Analysen liessen mich die Ueberzeugung gewinnen, dass ich mich nicht täuschte.

Für die Wadvögel wird 74.01 pCt. gefunden. Die niederigste Zahl ist hier 69.63 pCt. Humerus von *Ardea majus*, die höchste: 79.96 pCt., derselbe Knochen von *Scolopax rusticula*. Auch bei dieser Ordnung waltet ein grosser Gehalt an anorganischer Substanz vor, der indess jenem der Scharrvögel nicht ganz gleichkömmt.

Für die Schwimmvögel ergiebt sich 72.12 pCt. Das gegenseitige Verhältniss der einzelnen Individuen, in Bezug auf anorganische Bestandtheile, ist ein ziemlich gleiches. —

Sind auch die vorstehenden Analysen wohl nicht sehr zahlreich, so scheint doch aus denselben mit einiger Sicherheit geschlossen werden zu können, dass bei den Vögeln einzelne Ordnungen, und unter diesen wieder einzelne Familien mehr

anorganische Substanz als andere haben. Es ist diess am meisten der Fall bei den Scharrvögeln, und von diesen haben wieder die Wildhühner und Tauben die grösste Menge. Ihnen folgen die Wadvögel. Den geringsten Gehalt haben die Klettervögel. Auch die eigentlichen Fleischfresser haben, gegen die andern Ordnungen gehalten, keine bedeutende Menge, und weniger als die Insekten fressenden Vögel.

Es scheint, als wenn bei den Vogelknochen diese Unterschiede mehr in die Augen fallend seyen, als bei denen der Säugethiere. Im Allgemeinen aber stellt sich heraus, dass erstere mehr Knochenerde haben, als letztere, und bei einzelnen Individuen sich für die Vögel, auch abgesehen von diesem Verhältnisse, eine viel grössere Menge von Knochenerde findet, als bei den Säugethieren.

Bei *Lepus timidus* wurde 75.15 anorganische Substanz gefunden, und diess ist die höchste für die Säugethiere erhaltene Zahl, bei *Tetrao Perdix* 79.62 pCt., bei *Columba turtur* 84.33 pCt. und bei *Scolopax rusticula* 79.96.

Mögen auch einzelne Differenzen wieder auf Rechnung der Individualität zu setzen seyn, so spricht doch die Mehrzahl der gemachten Erfahrungen für das so eben Ausgesprochene.

Organische und anorganische Substanz in Bezug auf das verschiedene Alter.

Was oben von den Säugethieren in diesem Betreffe gesagt wurde, gilt auch hier von den Vögeln. Junge Thiere haben weniger Knochenerde als ältere. —

Schon vollkommen flugfertige Vögel, die nicht mehr von den Alten gefüttert werden, zeigen oft noch bedeutende Unterschiede, so beim Buntspecht das junge Thier 56.70 pCt., das alte 75.60 pCt. anorganische Substanz. Beim Haussperling zeigt sich dieselbe Zunahme, doch tritt auch hier wieder hervor, dass einzelne Exemplare eine schnellere Zunahme, als andere derselben Art zeigen. So hatte der Humerus, 14 Tage aus dem Ei geschlüpfter Sperlinge, 58.12 pCt., das Femur und die Tibia 53.91 pCt., das Femur vollkommen flügger Vögel 54.47 pCt.,

der Humerus, in demselben Jahre ausgebrüteter, aber erst im December, also 5 Monate später getödteter Thiere, nur 53.33 pCt. für das Femur und 58.99 für den Humerus.

Ich möchte indess fast glauben, dass die Knochen der Nestflüchter früher an anorganischer Substanz zunehmen, als die der Nesthocker. Es scheint diess hervor zu gehen aus den Knochen der jungen Hühner und Tauben, von welchen letztere, obgleich in gleichem Alter, doch fast 10 pCt. Knochenerde weniger zeigen als erstere. Die Hühner nämlich: Femur 64.92 pCt. und Humerus 68.22, *(Gallus gallinaceus)* und Femur 68.82 pCt., Humerus 68.74 pCt. *(Tetrao Perdix)*. *Columba domestica* aber für das Femur 58.76 pCt. und für den Humerus 58.42 pCt.

In der That kann diess auch nicht auffallend erscheinen, wenn man bedenkt, dass die Einen, kaum dem Ei entschlüpft, schon auf den Gebrauch ihrer Glieder hingewiesen sind, ja ihre Nahrung sich selbst suchen müssen, während die Andern noch hülflos und fötusartig im Neste verweilen.

Auch bei den Sumpf- und Wasservögeln, die Nestflüchter sind, tritt, wie die Analysen zeigen, der bezeichnete Fall ein.

Gegenseitiges Verhältniss organischer und anorganischer Substanz bei einem und demselben Individuum.

Wie sich oben bei den Säugethieren zeigte, dass das Femur bei dem grössten Theile derselben den grössten Gehalt an anorganischer Substanz besitzt, so ergiebt sich hier bei den Vögeln, dass diess beim Humerus der Fall ist, und dieses Ueberwiegen der Knochenerde tritt bei einigen Familien und Arten für den bezeichneten Knochen deutlicher hervor, als dort beim Femur. Wie ich schon oben erwähnte, scheint es, als könne theilweise die Eintheilung in natürliche Familien, wie solche von den Zoologen entworfen worden ist, auch durch die Chemie nachgewiesen werden.

Die Röhrenknochen im Allgemeinen haben bei den Vögeln eben so wie bei den Säugethieren mehr anorganische Substanz

als die kurzen Knochen. Die Kopfknochen scheinen zwischen beiden das Mittel zu halten.

Eine gegenseitige Vergleichung des Knochenerde- und Knorpelgehaltes der Röhrenknochen, durch welche die bezeichneten Unterschiede am deutlichsten hervor gehen, wird etwa Folgendes ergeben.

Bei den Klettervögeln hat in der Mehrzahl von Fällen die Tibia mehr anorganische Substanz, als das Femur. Der Humerus mehr als beide, in allen Fällen. Dieses Uebergewicht des Humerus beträgt 2.0 bis 3.0 pCt.

Die Gangvögel zeigen ein ähnliches Verhältniss. Die Tibia ergab bei allen vorgenommenen Analysen mehr Knochenerde, als das Femur. Der Humerus hat wieder mehr als beide. Im Durchschnitt beträgt das Uebergewicht des Humerus an anorganischer Substanz nicht jenes, welches bei den Klettervögeln gefunden wurde. Die Tibia steht so ziemlich zwischen beiden.

Die Raubvögel zeigen für das Femur in zwei Untersuchungen mehr Knochenerde, als die Tibia, in drei ergiebt sich für die Tibia ein Uebergewicht. Der Humerus hat stets die Mehrzahl; einmal, *(Strix aluco,)* fast 8.0 pCt, sonst etwa 3.0 pCt.

Bei den Scharrvögeln zeigt sich ein verändertes Verhältniss. Das Femur hat in 7 Fällen mehr anorganische Substanz, als die Tibia. Diese nur in 2 mehr, als das Femur, und selbst da sind die Unterschiede nur gering. Auch bei jungen Thieren zeigt sich dieses Verhältniss.

Gegen den Humerus betrachtet, hat das Femur wieder in 6 Fällen mehr Knochenerde, in 4 aber weniger, die Unterschiede sind aber sehr gering.

Es tritt hier klar hervor, dass die Scharrvögel, obgleich mehrere derselben auch einen kräftigen Flug besitzen, doch die meiste Knochenfestigkeit im Oberschenkel haben, denn es

scheint keinem Zweifel unterworfen, dass solche durch grösseren Gehalt an Knochenerde bedingt ist. Ob vergleichende Anatomen ein ähnliches Verhältniss in der Muskulatur gefunden haben, weiss ich nicht.

Durchgängig zeigt sich bei den Wadvögeln, und das zwar in den meisten Fällen ein ziemlich bedeutendes Uebergewicht der anorganischen Substanz in der Tibia. Der Humerus hat wieder mehr, als diese, und nur ein Fall macht hier eine Ausnahme, nämlich ein altes Exemplar von *Tringa Vanellus*.

Bei den Schwimmvögeln ist Femur und Tibia fast gleich, der Humerus hat mehr als beide, jedoch nur wenig.

Wenn man die Stärke der Gliedmassen, welchen die Bewegungen des Rumpfes obliegt, unterstützt durch einen stärkeren Gehalt an anorganischer Substanz im Knochen annimmt, so könnte man sagen, dass bei den Wadvögeln die Tibia deshalb stets einen grösseren Gehalt derselben besitzt, als das Femur, weil ihre besondere Verlängerung und das ganze Gewicht des Körpers, welches beim Stehen des Thieres grösstentheils auf derselben ruht, einen solchen erheischt. Dass der Humerus mehr ergiebt, könnte davon hergeleitet werden, weil der grösste Theil der Vögel dieser Ordnung, Strichvögel sind, die bedeutende Strecken zu durchfliegen haben. Die geringen Unterschiede bei den Schwimmern aber, und der nur wenig mehr betragende Gehalt an Knochenerde im Humerus, können ihre Erklärung darin finden, dass beim Schwimmen Ober- und Unterschenkel wohl fast gleich stark in Anspruch genommen werden, dass aber zugleich viele Thiere dieser Ordnung ebenfalls wieder Strichvögel sind, und folglich eben so kräftige Flügel besitzen müssen. Vielleicht ist durchschnittlich die Menge der anorganischen Substanz in der Tibia der Vögel überhaupt schon aus dem Grunde etwas grösser, weil dieser Knochen nur von einer sehr schwachen Fibula begleitet ist.

Ich glaube nicht, dass diese Ansicht ganz haltlos ist, jedenfalls stimmen die Resultate, welche sich für die einzelnen

Ordnungen gegeben haben, so ziemlich zusammen, wenn gleich die Gesammtzahl der Analysen an und für sich nicht bedeutend ist.

Phosphorsaure Kalkerde, Kohlensaure Kalkerde, Phosphorsaure Talkerde.

Wie bei den Säugethieren, so ist auch bei den Vögeln die Menge des kohlensauren Kalkes bei einem und demselben Individuum in allen Knochen in so ferne dieselbe, dass sie mit der Gesammtmenge der anorganischen Substanz überhaupt steigt oder fällt, während sich bei mehreren Individuen einer Familie, und selbst derselben Art, bedeutende Unterschiede zeigen.

Es lassen sich für die einzelnen Ordnungen nicht wohl ungezwungene Mittel aufstellen, da das Verhältniss des kohlensauren Kalkes unter diesen selbst zu bedeutend schwankt, und bei manchen Arten, die, welche ich für die Säugethiere als die grösste gefunden habe, bei weitem übersteigt.

Es bleibt sich dieselbe bei den Klettervögeln so ziemlich gleich, 6 bis 8 pCt. für alte Thiere.

Bei den Gangvögeln findet sich schon als geringster Gehalt 3.92 pCt., für *Sturnus vulgaris*, und 21.11 pCt. für *Corvus Pica*, (Tibia).

Unter den Raubvögeln finden wir bei *Falco gallinarius* 7.03 pCt. und für *Strix Aluco* die bedeutende Menge von 25.20 pCt.

Zwar hat der Humerus von *Falco barbatus* nur 2.60 pCt. und jener von *Falco tinnunculus* nur 0.80 pCt., aber ich vermuthe schon der geringen Menge anorganischer Bestandtheile überhaupt, dass das erstere Thier ein junges Exemplar war, und bei dem zweiten weiss ich es gewiss.

Unter den Scharrvögeln zeigen die Hühner ein ziemlich gleiches Verhältniss, etwa 10 pCt. als Minimum und für das Maximum 15 pCt. Als Mittel ergiebt sich aus allen Analysen 12.26 pCt. Die Tauben, wenigstens die wilden, haben nur wenig kohlensauren Kalk trotz der sehr bedeutenden Menge

von Knochenerde überhaupt. Die Haustauben nähern sich wieder den Hühnern.

Bei den Wadvögeln hat *Scolopax rusticula* mit 4.60 pCt., die wenigste und *Ardea major* mit 10.47 pCt., die meiste kohlensaure Kalkerde. Bei diesem letzten Thiere aber hat das Femur, obgleich dasselbe weniger anorganische Bestandtheile, als der Humerus hat, doch 2.73 pCt. kohlensauren Kalk mehr, als der Humerus. Diess kann aber übrigens auch ein Beobachtungsfehler gewesen seyn.

Für die Schwimmvögel, welche keine sehr bedeutende Unterschiede zeigen, ergiebt sich als Mittel 11.0 pCt. Wie bei den Säugethieren, so findet man auch bei den Vögeln, dass junge Thiere weniger kohlensaure Kalkerde haben, als ältere derselben Art. —

Was bei den Säugethieren in Betreff der phosphorsauren Talkerde gesagt worden ist, und eben so auch das über die in Wasser löslichen Salze, findet hier ebenfalls seine Anwendung.

Fett.

Fast auf gleiche Weise verhält es sich mit dem Fette. Es scheint die Menge desselben, welche in den Knochen gefunden wird, grossentheils von dem mehr oder weniger im ganzen Organismus des Individuums verbreiteten Fett abzuhängen.

Meist hat der Humerus etwas weniger Fett, als die übrigen Knochen der Extremitäten. Aber stets, wird die innere Höhle auch vollkommen markfrei und trocken gefunden, und hat der Knochen selbst äusserlich auch nicht die mindesten Anzeichen von Fett, findet man doch dasselbe, wenn man den Knochen mit Aether behandelt.

Die Fleischfresser haben, wie es scheint, etwas weniger Fett, als die Körnerfressenden und solche, welche sich von Insecten nähren. Aber diese Unterschiede betragen im Allgemeinen nicht viel.

Merklicher ist der grössere Fettgehalt der Knochen jener Vögel, die im Wasser leben oder doch von Zeit zu Zeit sich in demselben aufhalten. Schon das Aeussere der Knochen vieler Arten derselben lässt diess deutlich wahrnehmen.

Die kurzen Knochen haben hier ebenfalls, wie bei den Säugethieren, die grösste Menge Fett, und während ich im Humerus am wenigsten davon gefunden habe, hat die Tibia grösstentheils unter den Knochen der Extremitäten den stärksten Gehalt.

Ganz junge Thiere haben wenig Fett in allen Knochen, aber es scheint sich dasselbe schnell zu vermehren.

Reptilien.

Reptilien.

Bei der jetzt folgenden Klasse der Wirbelthiere, der Reptilien, war es mir nicht möglich, das hinlängliche Material aufzutreiben, um wenigstens die Hauptgeschlechter repräsentirt zu sehen. Deutschland ist arm an Thieren dieser Art, und speciell ist dièss der Fall in der Gegend Frankens, die ich bewohne. Ich habe auf diese Weise nur wenig frische Knochen erwerben können.

Mehreres verdanke ich der Güte verehrter Freunde, Einiges wurde durch Händler bezogen; die meisten ausländischen Exemplare aber hatten wohl längere oder kürzere Zeit in Weingeist gelegen. Das Nöthige hierüber werde ich bei den einzelnen Analysen selbst erwähnen.

Ordnung I.

Froschartige. Batrachii.

1.

Lirenodendron Axolotel. *(Stegoporus pisciformis.)*

Es ist diess die Art, die in den Seen von Mexico vorkommt. Ich habe das Skelet erhalten, aber das Thier selbst hatte, wie es scheint, während der Ueberfahrt in Weingeist gelegen und war erst später skeletisirt worden. Es wurden zur Analyse die Rückwirbel allein, und eben so die Knochen der Extremitäten für sich untersucht.

	Vertebrae.	Knochen der Extremitäten.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	45.84	47.42
Kohlensaure Kalkerde .	2.78	2.78
Phosphorsaure Talkerde	0.77	0.90
Kohlensaures u. schwefelsaures Natron .	0.62	0.63
Chlornatrium . .	Spur	Spur
Knorpelsubstanz . .	48.00	47.20
Fett	1.99	1.07
	100.00	100.00
Organische Substanz .	49.99	48.27
Anorganische Substanz	50.01	51.73
	100.00	100.00

2.

Salamandra terrestris. Erdsalamander.

Das Thier war im Steigerwalde gefangen worden. Es starb, nachdem es 4 Wochen in feuchtem Moose aufbewahrt worden war, ohne dass es Nahrung zu sich genommen hätte. Ich glaube indess nicht, dass es Hungers gestorben ist, denn ein anderes Exemplar derselben Art, welches ich bei Streitberg gefangen habe, lebt jetzt schon 3 Jahre und ist munter, in so fern die trägen Bewegungen dieser Thiere diesen Ausdruck verdienen. Aber es hungert, besonders im Winter, wo seine Kost, Regenwürmer, nicht stets zu haben sind, oft Monate lang, ohne zu schlafen oder zu erstarren.

Es wurden die Knochen der Extremitäten untersucht, und die Rückwirbel zur Bestimmung der Kohlensäure verwendet.

Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	53.89
Kohlensaure Kalkerde	2.46
Phosphorsaure Talkerde . . .	1.07
Schwefelsaures u. kohlensaures Natron, Chlornatrium	0.82
Knorpelsubstanz	38.64
Fett	3.12
	100.00

Organische Substanz	41.76
Anorganische Substanz	58.34
	100.00

3.

Triton cristatus. Wassersalamander.
Gleich nach dem Einfangen getödtet.

	Femur, Humerus, Tibia.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . . .	51.31
Kohlensaure Kalkerde . .	1.09
Phosphorsaure Talkerde . .	1.03
Schwefelsaures u. kohlensaures Natron	09.0
Chlornatrium . . .	Spur
Knorpelsubstanz . . .	43.45
Fett	2.22
	100.00
Organische Substanz . .	45.67
Anorganische Substanz . .	54.33
	100.00

4.

Pipa. Wabenkröte (Oken).

Knochen von einem Exemplare, das in Weingeist gelegen hatte.

	Femur.	Humerus.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . . .	56.19	56.59
Kohlensaure Kalkerde . .	5.37	5.32
Phosphorsaure Talkerde . .	1.42	1.37
Kohlensaures, schwefelsaures Natron, und Chlornatrium . .	0.66	0.69
Knorpelsubstanz . . .	32.14	31.83
Fett	4.22	4.20
	100.00	100.00
Organische Substanz . .	36.36	36.03
Anorganische Substanz . .	63.64	63.97
	100.00	100.00

5.

Bufo cinereus. Gemeine Landkröte.

(Grosses Thier, scheinbar alt.)

Frischer Knochen.

	Femur.
Phosphorsaure Kalkerde m. etwas Fluorcalcium	57.70
Kohlensaure Kalkerde . . .	4.97
Phosphorsaure Talkerde . . .	0.74
Kohlensaures Natron, Chlornatrium . .	0.80
Knorpelsubstanz	31.49
Fett	4.30
	100.00
Organische Substanz . . .	35.79
Anorganische Substanz . . .	64.21
	100.00

6.

Rana dorsata. Gemeiner Hornfrosch.

Brasilien.

Ich erhielt ein Skelet, vermag aber nicht anzugeben, ob das Thier, ehe es skeletisirt wurde, in Weingeist gelegen hatte.

	Femur.	Humerus.	Schädel-Knochen.	Becken-Knochen.
Phosphorsaure Kalkerde m. etwas Fluorcalcium .	56.53	57.74	58.64	56.77
Kohlensaure Kalkerde .	2.00	2.13	2.30	2.29
Phosphorsaure Talkerde .	1.77	1.77	1.69	1.99
Kohlens., schwefels. Natron	1.03	1.06	1.07	1.05
Chlornatrium . . .	Spur	Spur	Spur	Spur
Knorpelsubstanz . .	30.67	29.60	28.70	28.99
Fett	8.00	7.70	7.60	8.91
	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	38.67	37.30	36.30	37.90
Anorganische Substanz .	61.33	62.70	63.70	62.10
	100.00	100.00	100.00	100.00

7.

Rana esculenta. Wasserfrosch.

Frische Knochen.

Sehr grosses, und wahrscheinlich altes Thier.

	Femur.	Tibia.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium . . .	59.48	59.73
Kohlensaure Kalkerde . . .	2.25	2.24
Phosphorsaure Talkerde . .	0.99	0.97
Kohlensaures Natron, Chlornatrium	1.78	1.90
Knorpelsubstanz	30.19	29.16
Fett	5.31	6.00
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	35.50	35.16
Anorganische Substanz . .	64.50	64.84
	100.00	100.00

8.

Rana esculenta.

Frische Knochen.

Junges Thier, was kaum noch seine halbe Grösse erreicht hatte. Es wurde, so wie das vorhergehende, im Mai gefangen.

	Femur.	Tibia.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	60.33	60.03
Kohlensaure Kalkerde . . .	2.07	2.10
Phosphorsaure Talkerde. . .	1.01	1.09
Kohlensaures Natron, Chlornatrium	0.77	0.91
Knorpelsubstanz	30.71	30.84
Fett	5.11	5.03
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	35.82	35.87
Anorganische Substanz . .	64.18	64.13
	100.00	100.00

9.

Hyla arborea. Gemeiner Laubfrosch.
Frischer Knochen.
Vollkommen erwachsenes Thier. Im Mai gefangen.

	Femur, Tibia.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	59.94
Kohlensaure Kalkerde	1.79
Phosphorsaure Talkerde	0.92
Kohlensaures Natron, Chlornatrium . .	0.98
Schwefelsaures Natron	Spur
Knorpelsubstanz	30.65
Fett	5.72
	100.00
Organische Substanz	36.37
Anorganische Substanz	63.63
	100.00

Schlangen. Ophidii.

10.

Coluber Natrix. Ringelnatter.
Frische Knochen.

Das Alter des Thieres genau zu bestimmen, dürfte schwer fallen. Es wurde Ende Juni gefangen, und hatte eine Grösse von 3.5′ erreicht.

	Rückenwirbel.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	59.41
Kohlensaure Kalkerde . . .	7.82
Phosphorsaure Talkerde . . .	1.00
Kohlensaures Natron, Chlornatrium .	0.73
Schwefelsaures Natron . . .	Spur
Knorpelsubstanz	24.93
Fett	6.11
	100.00
Organische Substanz . . .	31.04
Anorganische Substanz . . .	68.96
	100.00

11.

Giftschlange.

Ich habe diese Schlange von einem Naturalienhändler erhalten, der mir selbe nicht benennen konnte. Ich selbst vermochte sie ebenfalls nicht zu bestimmen. Sie war in Weingeist gelegen. Sie hatte Schuppen auf dem Kopfe und ziemlich stumpfen Schwanz, war auf dem Rücken dunkelblau, auf dem Bauche weisslich mit dunklen Seitenstreifen und besass deutliche Giftzähne. Ihre Grösse betrug 1.5′. Das Alter konnte natürlich auf keinerlei Weise bestimmt werden.

	Rückenwirbel.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	60.56
Kohlensaure Kalkerde . . .	5.33
Phosphorsaure Talkerde . . .	0.82
Schwefelsaures, kohlensaures Natron .	0.60
Chlornatrium	Spur
Knorpelsubstanz	31.68
Fett	1.01
	100.00
Organische Substanz . . .	32.69
Anorganische Substanz . . .	67.31
	100.00

12.

Elaps corallinus. Corallenotter.

Das Exemplar hatte in Weingeist gelegen.

	Rückenwirbel.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	51.42
Kohlensaure Kalkerde . . .	7.93
Phosphorsaure Talkerde . . .	0.73
Schwefels., kohlens. Natron, Chlornatrium	0.91
Knorpelsubstanz	37.01
Fett	2.00
	100.00
Organische Substanz	39.01
Anorganische Substanz . . .	60.99
	100.00

Die Knochen des Kopfes gaben nach Entfernung der Zähne:

Organische Substanz	36.27
Anorganische Substanz . . .	63.73
	100.00

Die Rippen:

Organische Substanz	35.78
Anorganische Substanz . . .	64.22
	100.00

Eidechsen. Sauri i.

13.

Anguis fragilis. Blindschleiche.

Starkes Exemplar von 16″ Länge. Die Knochen wurden sogleich, nachdem das Thier getödtet worden war, in Untersuchung genommen.

	Rückenwirbel.
Phosphors. Kalkerde mit Fluorcalcium .	47.52
Kohlensaure Kalkerde . . .	6.92
Phosphorsaure Talkerde . . .	1.11
Kohlensaures Natron, Chlornatrium .	0.90
Schwefelsaures Natron . . .	Spur
Knorpelsubstanz	36.18
Fett	7.37
	100.00
Organische Substanz . . .	43.55
Anorganische Substanz . . .	56.45
	100.00

14.

Anguis fragilis.

Dieses Exemplar, eben so wie das vorhergehende ein Weibchen, hatte nur 11″ Länge, und war verhältnissmässig schmächtiger. Beide waren im Juni gefangen worden.

	Rückenwirbel.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	49.13
Kohlensaure Kalkerde . . .	5.99

Phosphorsaure Talkerde . . .	1.00
Kohlens., schwefels. Natron, Chlornatrium	1.20
Knorpelsubstanz	35.79
Fett	6.89
	100.00

Organische Substanz	42.68
Anorganische Substanz . . .	57.32
	100.00

15.

Chamaeleo africanus. Chamäleon.

Ich erhielt die Knochen der Extremitäten, welche zusammen untersucht wurden. Ob selbe früher in Weingeist aufbewahrt worden waren, kann ich nicht angeben.

Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium .	39.34
Kohlensaure Kalkerde	3.00
Phosphorsaure Talkerde	1.36
Schwefelsaures, kohlensaures Natron, Chlornatrium	1.52
Knorpelsubstanz	51.66
Fett	3.12
	100.00

Organische Substanz	54.78
Anorganische Substanz	45.22
	100.00

Ein anderes Exemplar derselben Art erhielt ich getrocknet. Wahrscheinlich hatte es jedoch früher in Weingeist gelegen. Es wurde erhalten:

	Knochen der Extremitäten.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium .	38.54
Kohlensaure Kalkerde . . .	2.66
Phosphorsaure Talkerde . . .	1.07
Kohlensaures, schwefelsaures Natron . .	1.02
Chlornatrium	Spur
Knorpelsubstanz	53.07
Fett	3.64
	100.00

	Knochen der Extremitäten.
Organische Substanz	56.71
Anorganische Substanz . . .	43.29
	100.00

	Rückenwirbel.
Organische Substanz	58.30
Anorganische Substanz . . .	41.70
	100.00

	Kopfknochen.
Organische Substanz	56.23
Anorganische Substanz	43.77
	100.00

16.

Lacerta agilis. Graue, gemeine Eidechse.

Grosses, jedenfalls vollkommen ausgewachsenes Exemplar. Im Juli gefangen. Die Knochen frisch zur Analyse verwendet.

	Femur.	Humerus.
Phospborsaure Kalkerde m. etwas Fluorcalcium	45.48	46.65
Koblensaure Kalkerde . . .	5.70	5.09
Phosphorsaure Talkerde . . .	1.02	1.23
Kohlensaures Natron, Chlornatrium . .	1 13	1.08
Schwefelsaures Natron . . .	Spur	Spur
Knorpelsubstanz	42.39	41.84
Fett	4.28	4.11
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	46.67	45.95
Anorganische Substanz . . .	53.33	54.05
	100.00	100.00

Die Knochen der Extremitäten mehrerer zusammen genommenen jungen Eidechsen derselben Art, welche noch nicht ihre halbe Grösse erreicht hatten, gaben:

Organische Substanz . . .	47.91
Anorganische Substanz . .	52.09
	100.00

Schildkröten. Chelonii.

17.

Testudo graeca. Gemeine Landschildkröte.

Ich habe mehrere dieser Thiere lebend aus Triest erhalten, allein sie nahmen durchaus keine Nahrung zu sich und verhungerten nach einander im Verlaufe von 5 — 7 Monaten. Ein anderes Exemplar derselben Art, welches aus Griechenland, jedoch ganz jung, nach Deutschland gebracht worden war, verschmähte keine Kost, frische und gekochte Vegetabilien, Fleisch, ebenfalls roh und gekocht, und wuchs zusehends. Ich habe selbes 3 Jahre lang in der Stube erhalten, und es verunglückte zuletzt durch einen Zufall. Ein Stück des Femur dieses letzteren Thieres gab

Organische Substanz .	32.97
Anorganische Substanz	67.03
	100.00

Von den Schildkröten aus Triest erhielt ich:

	Femur.	Humerus.	Clavicula.
Phosphorsaure Kalkerde und Fluorcalcium .	52.66	53.82	51.91
Kohlensaure Kalkerde .	12.43	12.42	12.31
Phosphorsaure Talkerde .	0.83	1.02	0.92
Kohlensaures, schwefelsaures Natron, Chlornatrium .	0.99	0.92	1.02
Knorpelsubstanz . .	31.75	30.82	32.57
Fett . . .	1.34	1.00	1.27
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	33.09	31.82	33.84
Anorganische Substanz .	66.91	68.18	66.16
	100.00	100.00	100.00

	Scapula.	Vertebrae.	Unterer Theil der Schale.
Phosphorsaure Kalkerde m. etwas Fluorcalcium .	51.31	47.97	50.30
Kohlensaure Kalkerde .	11.93	11.62	11.77
Phosphorsaure Talkerde .	0.99	0.96	0.90

	Scapula.	Vertebrae.	Unterer Theil der Schale.
Kohlensaures, schwefelsaures Natron, Chlornatrium	1.00	0.92	0.95
Knorpelsubstanz . .	33.51	37.40	35.06
Fett	1.26	1.13	1.02
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	34.77	38.53	36.08
Anorganische Substanz .	65.23	61.47	63.92
	100.00	100.00	100.00

Die Femora der andern Schildkröten zeigten fast dieselbe Menge von organischer und anorganischer Substanz, und es haben mithin die Knochen durch das lange Hungern der Thiere an keinem dieser beiden Hauptbestandtheile einen Verlust erlitten, denn auch ihr Volumen erschien unverändert, und es kann mithin nicht Knorpel und Knochenerde zugleich verschwunden seyn. Anders war es übrigens mit den Weichtheilen, indem die Thiere nach dem Tode fast mumienartig vertrocknet erschienen.

Es sind meines Wissens bis jetzt nur wenig Knochen von Reptilien untersucht worden. Die einzigen, mir bekannt gewordenen und in Handbüchern angeführten Analysen betreffen nur den Gehalt an phosphorsaurem und kohlensaurem Kalke und an organischer und anorganischsr Substanz. Es sind folgende:

	Phosphorsaure Kalkerde.	Kohlensaure Kalkerde.
Frosch . .	95.2	2.4

Fernandes de Barros.

	Organ. Substanz.	Anorg. Substanz.
Röhrenknochen der *Lacerta iguana* *)	40.0	60.0
Rippen des Python . . .	50.0	50.0
Schaale der Landschildkröte .	42.5	57.5

Sebastian.

*) In einigen chemischen Schriften findet sich ignana. Wahrscheinlich ein Druckfehler, von einem Werke in das andere übergegangen. Indem ich mich gegen den Verdacht der Kleinlichkeit verwahre, als wolle ich ähnliche Fehler rügen, bemerke ich diess nur hier deswegen, damit nicht mir etwa ein ähnlicher Vorwurf gemacht werde.

Wenn es erlaubt ist, aus diesen wenigen vorhandenen Untersuchungen Schlüsse zu ziehen, so wäre vielleicht folgendes aufzustellen:

Unter den Batrachiern haben die eigentlichen Frösche die meisten Knochenerde, von Femur ausgegangen: 61.3 — 64.5 pCt.

Die Molche, Salamander, haben weniger: 51.7 — 58.2.

Bei den Schlangen fand sich als grösster Gehalt von Knochenerde: 68.9, welche Zahl dem der warmblütigen Thiere gleich kommt.

Die Eidechsen haben wieder weniger, die höchste Zahl ist 57.3, Rückenwirbel von *anguis fragilis*.

Die Schildkröten, von denen ich übrigens nur eine Species habe untersuchen können, nähern sich wieder, in Bezug auf den Gehalt an anorganischen Bestandtheilen, den warmblütigen Thieren, nämlich 67.0 pCt.

Was das gegenseitige Verhältniss der thierischen Substanz und der Knochenerde in den einzelnen Knochen betrifft, so scheint ein ähnliches Verhältniss, wie bei den warmblütigen Thieren zu herrschen. Die Knochen der Extremitäten haben mehr Knochenerde, als die des Rumpfes. Es wurden nur in einigen Fällen Femur und Humerus desselben Thieres untersucht, und bei diesen ergab sich, dass der Humerus mehr Knochenerde, als das Femur hatte. Dass diess durchschnittlich oder stets der Fall sey, will ich nicht behaupten.

Im Allgemeinen aber kann angenommen werden, dass die Reptilien, gegen die Säugethiere und Vögel genommen, weniger anorganische Substanz als diese in den Knochen haben. Was in diesem Betreffe das Alter der Thiere dieser Klasse anbelangt, so scheint es sehr schwierig, Vergleichungen anstellen zu können. Ich glaube, dass man nur von wenigen derselben mit Sicherheit weiss, welches Alter sie bei günstigen Verhältnissen eigentlich erreichen können. Haben die, welche Metamorphosen unterworfen sind, diese einmal überstanden, so hat man, ihre relative Grösse abgerechnet, wenig Anhaltspunkte, solches zu bestimmen. Bei den Reptilien, welche ich seit mehreren Jahren unterhalten habe, hatte ich stets Gelegenheit zu beobachten, dass

ihr Wachsthum fast gänzlich von guter oder schlechter Fütterung abhängt. Man kann Jahre lang z. B. Wasserfrösche, die etwa ihre halbe Grösse erreicht haben, mit wenigen Fliegen am Leben erhalten, aber sie wachsen kaum merklich von der Stelle, während bei reichlichem Futter, trotz der Gefangenschaft, andere zugleich mit ihnen eingefangene Exemplare ihre normale Grösse erreichen. Es kann mithin selbst von der Grösse der Thiere nicht immer mit Sicherheit auf ihr Alter geschlossen werden.

Bei den wenigen der vorstehenden Versuche, wo jüngere, wenigstens kleinere Exemplare derselben Art zugleich mit ausgewachsenen untersucht wurden, war das gegenseitige Verhältniss an Knochenerde und Knorpel fast gleich, ja bei dem kleineren Exemplare von *anguis fragilis* überwog die Knochenerde noch um einiges. Es scheinen mithin die Knochen der Reptilien bald ihren normalen Gehalt an anorganischer Substanz zu erreichen. Der Gehalt an kohlensaurer Kalkerde erreicht bei den Molchen nicht 3.0 pCt. Die Bufonen haben, wenigstens zum Theil etwas mehr, die Frösche wieder weniger.

Bei den Schlangen nimmt mit der Knochenerde überhaupt, auch der Gehalt an kohlensaurer Kalkerde zu.

Die Eidechsen lassen in dieser Beziehung kein bestimmtes Verhältniss erkennen. Der procentische Gehalt des kohlensauren Kalkes wechselt zwischen 2.6 — 7.9 pCt. *Chamaeleon africanus* und *Anguis fragilis*.

Die grösste Menge desselben haben die Schildkröten. Aber es ist wahrscheinlich, dass, wie bei den Säugethieren und Vögeln, selbst bei den Individuen einer und derselben Art die Menge dieses Salzes wechselt.

Die phosphorsaure Talkerde verhält sich ebenfalls wie bei den Knochen der höher stehenden Thiere. Ihre Menge steigt und fällt im Allgemeinen mit der Zu- und Abnahme der Knochenerde selbst, und betrug nur in einem Falle, bei dem Becken-

knochen von *Rana dorsata*, fast 2.0 pCt., was leicht ein Beobachtungsfehler seyn kann.

Was die durch Wasser ausziehbaren Salze betrifft, so ist ihr quantitatives Verhältniss ebenfalls wie das der Säugethiere und Vögel, aber man findet bei den meisten derselben schwefelsaures Natron, und da sich solches beim Auflösen des ungeglühten Knochens in Salzsäure auch findet, wenn man die Knochen vorher längere Zeit mit Wasser behandelt hat, und dessen Menge auch grösser ist, als ich es bei den Knochen der anderen Thiere gefunden habe, so glaube ich, dass man annehmen darf, dass solches in den Knochen der Reptilien vorkömmt.

Chlornatrium habe ich stets nur sehr wenig in denselben gefunden, bisweilen nur Spuren, die zweifelhaft erschienen. Wenn die wenigen vorliegenden Analysen zu einem derartigen Schlusse berechtigen, so hat es fast das Ansehen, als sey die schon bei den Säugethieren und Vögeln geringe Menge desselben, bei den Reptilien durch schwefelsauren Natron ersetzt, oder wenigstens grossentheils verdrängt.

Die phosphorsaure Kalkerde ist stets $\dot{C}a^{6} + \dddot{\dot{P}}{}^{3}$.

Ich habe nicht alle Knochen, deren Analysen ich im Vorstehenden angegeben habe, auf Fluor untersucht, aber ich fand diesen Körper bei allen Versuchen, die ich mit solchen Quantitäten anstellte, welche einen Erfolg möglich scheinen liessen, und ich habe daher, wie bei den höher stehenden Thieren, auch überall eine kleine Menge Fluorcalcium angegeben, da sich durch Analogie wohl schliessen lässt, dass solches auch da anwesend, wo es nicht direct gefunden wurde.

Fett enthalten die Reptilienknochen, jedenfalls etwas mehr als die Knochen der Säugethiere und Vögel, aber es muss ein Umstand in Betracht gezogen werden, der die Menge des Fettes etwas grösser erscheinen lässt, als sie in der That ist. Es ist diess die Kleinheit der meisten Knochen, die mir zu Gebot

standen, und welche verhinderte, dieselben so vollständig von der spongiösen Substanz und dem inneren Markfette mechanisch zu trennen, wie solches bei den Knochen grösserer Thiere geschehen konnte. Meine Geschicklichkeit reichte nicht hin, die Rippen des *Axalotl* oder der *Lacerta agilis*, welche die Dicke einer Nähnadel kaum erreichen, von der zelligen Substanz zu befreien, wenn diess gleichwohl mit den Röhrenknochen, so gut es anging, geschah, und es musste mithin wohl etwas Fett mehr gefunden werden.

In Betreff der Knorpelsubstanz der Reptilienknochen wird weiter unten Einiges zur Sprache kommen.

F i s c h e.

Fische.

Was oben bei den Reptilien gesagt wurde, in Beziehung auf Spärlichkeit des Materials, muss auch hier, entschuldigend, wiederholt werden.

Es konnten nur für wenige Familien Repräsentanten erhalten werden, und so haben Vergleichungen nur geringen Werth. Indessen werde ich, nachdem die Ergebnisse der Analysen mitgetheilt worden sind, doch einige Bemerkungen beifügen.

Vorläufig bemerke ich indessen noch, dass eben so wenig, wie bei den Reptilien, alle Knochen mechanisch hinlänglich vom Fette befreit werden konnten. Dieser Umstand, und der, dass die Menge des Fettes bei manchen Fischen sehr bedeutend ist, bewogen mich, den Analysen jedesmal die auf 1.00 berechnete Menge des Knorpels und der Knochenerde allein beizufügen.

Knorpelfische. Chondracanthi.

1.

Petromyzon fluviatilis. Neunauge.

Es wurden die Knorpel untersucht, die die Stelle des Rückenwirbels vertreten. Getrocknet bis sie nichts mehr an Gewicht verloren, und hierauf mit Aether ausgekocht, wurde erhalten für 100:

Fett . 24.44

Die von Fett befreite Substanz gab:

Knorpelsubstanz . .	98.34
Anorganische Substanz .	1.66
	100.00

Der auf diese Weise erhaltene sehr geringe Aschenrückstand konnte nicht vollkommen genau quantitativ untersucht werden, denn da ich nur ein Exemplar zur Untersuchung erhalten hatte, war die absolute Menge der Asche nur höchst wenig. Etwa 70 pCt. derselben bestanden aus phosphorsaurer Kalkerde und Talkerde, welche letztere indess fast zu gleichen Theilen mit der Kalkerde gegenwärtig zu seyn schien. Der Rest von 30 pCt. bestand aus schwefelsaurem und kohlensaurem Natron und Chlornatrium.

2.

Squalus. Hay.

Ich habe das Skelet eines ganz jungen Thieres erhalten, welches 1.5 ′ lang war. Die Species vermag ich nicht zu bezeichnen. Fett wurde erhalten für 100: — 6.2 pCt.

Die fettfreie Substanz ergab:

Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	41.74
Kohlensaure Kalkerde . . .	2.33
Phosphorsaure Talkerde . .	1.10
Salze	1.65
Knorpelsubstanz . . .	53.18
	100.00
Organische Substanz (fettfrei) . .	53.18
Anorganische Substanz . .	46.82
	100.00

Die mit Wasser ausziehbaren Salze bestanden aus kohlensaurem und schwefelsaurem Natron und aus sehr wenig Chlornatrium. Ich habe Spuren von Thonerde, jedoch höchst geringe und unbestimmbare gefunden.

Grätenfische. Ostacanthi.

Es ist sehr schwierig, wenn nicht vollkommen unmöglich, das Alter der meisten Fische mit einiger Sicherheit bestimmen

zu können, denn man weiss nur von sehr wenigen, wie gross sie eigentlich werden, und wie lange sie wachsen. Man hat Beispiele, dass Hechte 200 Jahre gelebt haben, und Karpfen an 150 Jahre. Ein Karpfen von 2 Jahren ist etwa $^1/_2$ Schuh lang, man findet aber in unsern Weihern solche, die 2 Schuh lang sind. Aber die Anhaltspunkte fehlen, nach welchen zu bestimmen wäre, in welchem Verhältniss die Grösse zum Alter steht. Ich werde daher mich in dem Folgenden auf Angabe der Grösse oder des Gewichts beschränken.

3.

Muraena anguilla. Flussaal.

Starkes Thier von 3.5 ′ Länge und 5 Pfund schwer.

	Rückwirbel.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	32.46
Kohlensaure Kalkerde . . .	3.64
Schwefelsaure Kalkerde . . .	1.09
Phosphorsaure Talkerde . . .	0.78
Schwefelsaures Natron . . .	0.83
Kohlensaures Natron, Chlornatrium . .	0.66
Knorpelsubstanz	36.99
Fett	23.55
	100.00
Organische Substanz	60.54
Anorganische Substanz . . .	39.46
	100.00
Fettfrei:	
Knorpel	48.38
Knochenerde	51.62
	100.00

Ein anderes Thier, was kaum 1 Pfund wog, hatte für 100

Fett	18.33

und der fettfreie Knochen:

Knorpel . . .	40.09
Knochenerde . .	59.91
	100.00

4.

Pleuronectes platessa. Gemeine Scholle.
Fast 1.5′ lang.

	Rückwirbel.	Rippe.	Kopfknochen.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium . .	47.67	51.16	50.76
Kohlensaure Kalkerde .	2.51	2.92	2.22
Phosphorsaure Talkerde .	0.83	0.83	0.84
Schwefels., kohlens. Natron, Chlornatrium . . .	0.99	1.00	0.93
Knorpelsubstanz . . .	30.77	30.09	32.22
Fett	17.23	14.00	13.03
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	48.00	44.09	45.25
Anorganische Substanz .	52.00	55.91	54.75
	100.00	100.00	100.00
Fettfrei:			
Knorpel	37.17	34.98	35.89
Knochenerde . . .	62.83	65.02	64.11
	100.00	100.00	100.00

Auch hier fand ich sehr geringe Spuren von Thonerde.

5.

Gadus morrhua. Kabeljau.

	Rückwirbel.	Wirbelfortsatz.	Unterkiefer.	Os occipitis.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium .	57.65	57.29	57.57	61.15
Kohlensaure Kalkerde .	4.81	4.90	4.79	5.20
Phosphorsaure Talkerde .	2.30	2.40	2.31	2.62
Schwefelsaures, kohlensaures Natron, Chlornatrium .	1.00	1.10	1.03	1.03
Knorpelsubstanz . .	31.90	32.31	32.27	27.89
Fett	2.34	2.00	2.03	2.11
	100.00	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	34.24	34.31	34.30	30.00
Anorganische Substanz .	65.76	65.69	65.70	70.00
	100.00	100.00	100.00	100.00

Als das Mittel für den fettfreien Knochen, ergiebt sich für Wirbel, Wirbelfortsatz und Unterkiefer, die ziemlich gleiche Zusammensetzung haben:

Knorpel . . .	32.85
Knochenerde . .	67.15
	100.00

Das Hinterhauptbein hat fettfrei:

Knorpel . . .	28.49
Knochenerde . .	71.51
	100.00

6.

Gadus lota. Aalraupe.

An 1.5′ lang und 1 1/3 Pfund schwer.

	Rückwirbel.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	56.48
Kohlensaure Kalkerde	6.19
Phosphorsaure Talkerde . . .	0.82
Schwefelsaure Kalkerde . . .	0.90
Schwefelsaures, kohlensaures Natron .	1.34
Chlornatrium	Kaum Spur
Knorpelsubstanz	32.14
Fett	2.13
	100.00
Organische Substanz	34.27
Anorganische Substanz	65.73
	100.00

Fettfrei:

Knorpel	32.85
Knochenerde	67.15
	100.00

7.

Cobitis fossilis. Wetterfisch.

Diese Fische waren beide zugleich eingefangen worden, und lebten über zwei Jahre in der Gefangenschaft, während

welcher Zeit sie mit Regenwürmern gefüttert wurden. Sie wurden hierauf zugleich getödtet und die Knochen untersucht. Beide hatten gleiche Grösse, nahe an 1′.

	I. Rückwirbel.	I. Rippen.	II. Rückwirbel.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium . .	57.13	60.48	45.82
Kohlensaure Kalkerde .	9.32	9.90	11.28
Phosphorsaure Talkerde .	1.00	1.07	1.20
Schwefelsaures, kohlens. Natron	1.20	1.09	0.90
Chlornatrium . . .	Spur	Spur	Spur
Knorpelsubstanz . . ,	24.32	21.14	35.59
Fett	7.03	6.32	5.21
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	31.35	27.46	40.80
Anorganische Substanz .	68.65	72.54	59.20
	100.00	100.00	100.00
Fettfrei:			
Knorpel	26.15	22.55	37.54
Knochenerde . . .	73.85	77.45	62.46
	100.00	100.00	100.00

8.

Cyprinus Carpio. Karpfe.
Teichkarpfe. 1′ lang.

	Rückwirbel.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	40.31
Kohlensaure Kalkerde	3.62
Phosphorsaure Talkerde . . .	0.80
Schwefelsaures, kohlensaures Natron, Chlornatrium	0.81
Knorpelsubstanz	45.46
Fett	9.00
	100.00
Organische Substanz	54.46
Anorganische Substanz	45.54
	100.00

Fettfrei:

Knorpel	49.95
Knochenerde	50.05
	100.00

9.

Cyprinus Carpio.

Teichkarpfe. Grösser als der Vorige.

	Rückwirbel.	Wirbelfortsatz.	After-Flosse.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium . . .	50.59	50.85	50.42
Kohlensaure Kalkerde . .	6.91	6.80	6.71
Phosphorsaure Talkerde . .	0.73	0.92	0.90
Schwefelsaures, kohlensaures Natron, Chlornatrium . .	1.07	1.03	1.10
Knorpelsubstanz . . .	30.40	29.67	30.86
Fett	10.30	10.73	10.01
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	40.70	40.40	40.87
Anorganische Substanz . .	59.30	59.60	59.13
	100.00	100.00	100.00

Als Mittel des ziemlich gleichen Fettgehaltes der drei Analysen, berechnet sich = 10.34 und auf gleiche Weise für den Knorpel 30.31. Man erhält so fettfrei:

Knorpel . . .	33.80
Knochenerde . .	66.20
	100.00

10.

Cyprinus Carpio.

Flusskarpfe. Etwas über 1′ gross.

	Rückwirbel.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium .	45.17
Kohlensaure Kalkerde	6.15
Phosphorsaure Talkerde . . .	0.82
Schwefelsaures, kohlensaures Natron, Chlornatrium	1.07

	Rückwirbel.
Knorpelsubstanz	35.47
Fett	11.32
	100.00
Organische Substanz	46.79
Anorganische Substanz	53.21
	100.00
Fettfrei:	
Knorpel	40.00
Knochenerde	60.00
	100.00

11.

Salmo Salar. Lachs.

	Rückwirbel.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	36.64
Kohlensaure Kalkerde	1.01
Phosphorsaure Talkerde	0.90
Kohlensaures Natron,	0.62
Chlornatrium	0.21
Knorpelsubstanz	21.80
Fett	38.82
	100.00
Organische Substanz	60.62
Anorganische Substanz	39.38
	100.00
Fettfrei:	
Knorpel	35.63
Knochenerde	64.37
	100.00

12.

Esox Lucius. Hecht.

Jung, 1½ Pfund schwer.

	Rückwirbel.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	42.73
Kohlensaure Kalkerde	9.88
Phosphorsaure Talkerde	0.93
Schwefelsaures, kohlensaures Natron, Chlornatrium	1.00

	Rückwirbel.
Knorpelsubstanz	35.71
Fett	9.75
	100.00
Organische Substanz	45.46
Anorganische Substanz	54.54
	100.00
Fettfrei:	
Knorpel	39.56
Knochenerde	60.44
	100.00

13.

Esox Lucius.

4 Pfund schwer.

	Rückwirbel.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium .	38.70
Kohlensaure Kalkerde	14.30
Phosphorsaure Talkerde . . .	0.81
Schwefelsaures, kohlensaures Natron, Chlornatrium	0.97
Knorpelsubstanz	32.72
Fett	12.50
	100.00
Organische Substanz	45.22
Anorganische Substanz . . .	54.78
	100.00
Fettfrei:	
Knorpel	37.41
Knochenerde	62.59
	100.00

14.

Perca fluviatilis. Barsch.

	Rückwirbel.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium .	45.13
Kohlensaure Kalkerde	7.22
Phosphorsaure Talkerde . . .	0.93

	Rückwirbel.
Schwefelsaure Kalkerde	1.05
Schwefelsaures, kohlensaures Natron, Chlornatrium	0.91
Knorpelsubstanz	37.76
Fett	7.06
	100.00
Organische Substanz	44.76
Anorganische Substanz	55.24
	100.00
Fettfrei:	
Knorpel	40.60
Knochenerde	59.40
	100.00

15.

Knochenschild des Hausen. *Accipenser Huso.*

Phosphors. Kalkerde mit Fluorcalcium .	52.81
Kohlensaure Kalkerde . . .	0.71
Phosphorsaure Talkerde . . .	0.90
Salze	0.92
Knorpelsubstanz	43.50
Fett	1.16
	100.00
Organische Substanz . . .	44.66
Anorganische Substanz . . .	55.34
	100.00

Durchschnitte dieses Knochenschildes sind auf Tab. II. Fig. 6 und 7, 15 fach und 180 fach vergrössert abgebildet.

16.

Knochenschild des Stör. *Accipenser Sturio.*

Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	63.70
Kohlensaure Kalkerde . . .	0.72
Phosphorsaure Talkerde . . .	2.13
Salze	1.00

Knorpelsubstanz	31.39
Fett	1.06
	100.00
Organische Substanz	32.45
Anorganische Substanz . . .	67.55
	100.00

Auf Tab. II. Fig. 9 ist ein Durchschnitt dieses Knochenschildes, und Fig. 10 der Dorn auf demselben dargestellt. Beide im Querschnitte und bei 180maliger Vergrösserung.

Einige Analysen von Fischknochen, welche von anderen Beobachtern angestellt wurden, sind folgende:

	Fisch.
Phosphorsaure Kalkerde . .	91.9
Kohlensaure Kalkerde . .	5.3

Fernandes de Barros.

	Opercula des Schellfisches.
Organische Substanz . .	40.0
Anorganische Substanz . .	60.0
	100.0

Sebastian.

	Knochen des Hechtes.
Phosphorsaure Kalkerde . .	55.26
Kohlensaure Kalkerde . .	6.16
Natron (Spur), Chlornatrium, phosphorsaure Salze . .	1.22
Thierische Substanz . .	37.36
	100.00

Dumenil.

	Schädelknochen des Kabeljau.
Phosphorsaure Kalkerde .	47.96
Kohlensaure Kalkerde . .	5.50
Phosphorsaure Talkerde .	2.00

	Schädelknochen des Kabeljau.
Natronsalz, besonders Chlornatrium	0.60
Thierische Substanz u. Feuchtigkeit	43.94
	100.00

Chevreul.

Die ausführlichste Analyse von Fischknochen hat *Marchand* mit einigen *Squalus*-Arten angestellt. Die Knochen hatten einige Zeit in Weingeist gelegen. Er fand:

	Rückwirbel von *Squalus cornubicus.*
Phosphorsaure Kalkerde . .	32.46
Schwefelsaure Kalkerde . .	1.87
Kohlensaure Kalkerde . .	2.57
Phosphorsaure Talkerde . .	1.03
Schwefelsaures Natron . .	0.80
Natron und Chlornatrium .	3.00
Fluorcalcium, Kieselerde, Thonerde, Eisen und Verlust .	1.20
Thierische Substanz . .	57.07
	100.00

	Pflasterförmig gebildeter Kopfknochen eines grossen Rochen, wahrscheinlich *Squalus peregrinus:*
Phosphorsaure Kalkerde .	14.20
Kohlensaure Kalkerde .	2.61
Schwefelsaure Kalkerde .	0.83
Schwefelsaures Natron .	0.70
Chlornatrium . . .	2.46
Fluorcalcium, phosphorsaure Talkerde, Verlust . .	0.74
Thierische Materie . .	78.46
	100.00

J. Müller *) hat über die Knorpelfische eine anatomische Arbeit bekannt gemacht, in welcher er auch auf die chemischen Eigenschaften derselben Rücksicht genommen hat. Es wird die-

*) Paggerdorf Annalem. R. II. B. VIII p. 265.

ser Arbeit weiter unten bei der Knorpelsubstanz überhaupt erwähnt werden.

Schlüsse aus den vorstehenden Analysen.

Anorganische, organische Substanz.

Es lässt sich kein bestimmtes Verhältniss bei den Fischknochen aufstellen, in Betreff des Gehaltes an organischer und anorganischer Substanz. Manche Arten haben eine bedeutende Menge Knorpelsubstanz, andere nur wenig, indessen darf angenommen werden, dass die Fische weniger anorganische Substanz besitzen, als die warmblütigen Thiere, wie sich durchschnittlich auch bei den Amphibien ergeben hat. Selbst die Eintheilung, die man getroffen hat, indem man die Fische in Knorpelfische und Grätenfische eingetheilt hat, gibt keinen genauen Anhaltspunkt. Es haben manche Knorpelfische mehr anorganische Substanz, als einige Grätenfische. Ich fand beim Hay 46.82 anorganische Substanz, *Marchand* bei *Squalus cornubicus* 42.93, bei einem anderen Rochen wieder 21.54 anorganische Substanz.

Beim Flussaal fand ich hingegen nur 39.46 pCt. Auch das Verhalten der Knorpelsubstanz bei den Knorpelfischen ist, wie *Müller* bemerkt, nicht entschieden das des eigentlichen Knorpels, indem solche, wenn sie gekocht wird, sich dem Knochenleim nähert. Das durch Kochen erhaltene Extract der Wirbelkörper des Hammerfisches war nicht durch Alaun und Essigsäure fällbar. Auf der andern Seite habe ich bei Grätenfischen, wie man weiter unten sehen wird, vollkommene Reaction auf Knorpelleim erhalten.

Also weder durch das Mengenverhältniss der organischen und anorganischen Substanz, noch durch die chemischen Eigenschaften des Knorpels selbst lässt sich die Eintheilung in Knorpel- und Grätenfische nachweisen.

Ich habe schon oben bemerkt, dass es schwierig, wenn nicht unmöglich sey, das Alter der meisten Fische mit einiger Genauigkeit zu bestimmen, und dass die Grösse derselben nur wenigen Anhaltspunkt gibt.

Bei den Versuchen, die ich angestellt habe, ist auch hier kein sicheres Resultat erhalten worden.

Beim Karpfen zeigte der grössere Fisch mehr anorganische Substanz, als der kleinere. Beim Hecht war derselbe Fall. Beim Flussaal hingegen hatte ein Exemplar von ausgezeichneter Grösse, das doch wohl jedenfalls älter war, als das viel kleinere, welches kaum den fünften Theil vom Gewicht des ersteren erreichte, 39.46 anorganische Substanz, während das kleinere Thier 59.91 Knochenerde hatte.

Es scheint deshalb, bei einigen Gattungen wenigstens, die Knochenerde sich nicht bei älteren Individuen zu vermehren, wie solches bei den Säugethieren und Vögeln durchschnittlich der Fall ist.

Die festen Knochen des Schädels zeigen bei den Fischen mehr anorganische Substanz, als die Rippen, diese mehr als die Wirbel. Diess ergeben wenigstens die übrigens nicht sehr zahlreichen Versuche, die ich hierüber angestellt habe.

Bestandtheile der anorganischen Substanz.

Die phosphorsaure Kalkerde, welche auch in den Fischknochen dieselbe Zusammensetzung, $\dot{C}a^{8} \ddot{\bar{P}}^{3}$, wie in den Knochen der übrigen Thiere hat, ist stets der Hauptbestandtheil der anorganischen Substanz.

Fluor habe ich in allen Fischknochen gefunden, bei welchen ich Untersuchungen auf diesen Körper anstellte. Auch bei den Rückwirbeln des jungen Hayes. Die Menge desselben übertrifft nicht jene, welche bei den Knochen der anderen Wirbelthiere angetroffen wird. Auch *Marchand* hat Fluorcalcium bei den *Squalus*-Arten, die er untersuchte, gefunden.

Die Menge der kohlensauren Kalkerde habe ich bei den Versuchen, wo ich die Knochen grösserer und kleinerer Thiere derselben Art untersuchte, bei ersteren vermehrt gefunden, so dass es scheint, als vermehre sich dieselbe im höheren Alter, wenn nämlich angenommen werden darf, dass die grösseren Thiere zugleich auch die älteren sind.

Es wurde bei *Cyprinus Carpio* gefunden: 50.05 Knochenerde und 3.62 kohlensaure Kalkerde. Bei einem grösseren Exemplare derselben Art: 66.20 Knochenerde und 6.73 kohlensaure Kalkerde.

Bei *Esox Lucius*: 60.44 Knochenerde und 9.88 kohlensaure Kalkerde. Bei einem bedeutend grösseren Thiere: 62.59 Knochenerde und 14.30 kohlensaure Kalkerde.

Es hat sich also letztere nicht im gleichen Verhältniss fortschreitend mit der Knochenerde überhaupt vermehrt, sondern sie ist bei den grösseren Thieren in verhältnissmässig grösserer Menge anwesend, als bei kleineren. Im Uebrigen wechselt die Quantität derselben bei den einzelnen Arten, wie bei den Säugethieren und Vögeln.

Von schwefelsauren Salzen habe ich deutliche Anzeichen auch in der salzsauren Lösung der ungeglühten Knochen gefunden, ich glaube daher nicht, dass der Schwefelsäuregehalt von dem Schwefel des organischen Bestandtheiles herrührt, was *Marchand* *) anzunehmen geneigt ist.

Ich habe sowohl schwefelsaure Kalkerde, als auch schwefelsaures Natron in den Fischknochen gefunden.

Kieselerde und Eisen, so wie Mangan verhalten sich so ziemlich wie bei den Knochen der übrigen Thiere. Bisweilen erschien der Eisengehalt um ein Weniges stärker, doch immer noch unbedeutend.

Chlornatrium ist nur in geringer Quantität vorhanden, eben so wie bei den Thieren der übrigen Klassen.

Von Thonerde habe ich einige Male Spuren gefunden, jedoch stets höchst geringe, und jedenfalls unbestimmbare. Neben den Fällen, wo ich diess oben angegeben habe, war solches auch der Fall bei einigen Knochen von Seefischen, die ich jedoch nicht bestimmen konnte, und aus diesem Grunde die Analysen nicht anführte.

---

*) Physiologische Chemie von Marchand. B. I. p. 97.

F e t t hingegen ist meistens in grosser Menge anwesend. Das Fett der Fischknochen ist flüssiger, als das der Knochen der drei vorhergehenden Klassen, und bräunt sich leichter, als jenes beim Erwärmen. Es hat meist einen specifischen Geruch der vom anderen Fette sehr unterschieden ist. Ich habe es nicht weiter untersucht.

Zähne.

Zähne.

Dass ich hier die Zähne, welche ich untersucht habe, getrennt von den Knochen in einer eigenen Abtheilung behandle, geschieht einerseits aus ähnlichen Gründen, aus welchen ich oben, wo von der Struktur der Knochen die Rede war, die Zähne ebenfalls getrennt von jenen anführte, andererseits aber auch noch deswegen, weil ich von manchen Thieren, von denen ich Knochen erhielt, nicht auch Zähne bekommen konnte, und so umgekehrt, und weil auf diese Weise doch viele Untersuchungen vereinzelt gestanden wären. —

Ich habe bei manchen Untersuchungen den ganzen Zahn zur Analyse verwendet, ohne Schmelz, Zahnknochen und Rindensubstanz zu trennen. Man wird diess ohne Zweifel für einen Fehler ansehen, und ich bin selbst der Meinung, dass solche Untersuchungen nicht den Werth haben, als jene, bei welchen diese Substanzen getrennt analysirt worden sind.

Allein diese Trennung ist nicht immer vorzunehmen. Ich habe nicht das Geschick gehabt, die Zähne der Hausmaus in Schmelz, Zahnknochen und Rindensubstanz zu zerlegen, und nicht den Muth, eine solche Zerlegung bei den Backenzähnen des Hasen als vollständig anzusehen.

Selbst bei den Zähnen grösserer Pflanzenfresser ist eine solche Trennung nicht so leicht, als sie vielleicht erscheint. Wenn man die getrennten Substanzen unter dem Mikroskope untersucht, wird man Gelegenheit haben, sich hiervon zu über-

zeugen. Durch Erwärmen des Zahnes, wie es *Berzelius* angiebt, bin ich noch zu den besten Resultaten gekommen.

Ganz nutzlos aber sind, wie ich glaube, diese Untersuchungen doch nicht, und vermögen wenigstens über einige Punkte Aufschluss zu geben. Sie mögen deshalb hier einen Platz finden.

1.

Lepus timidus. Feldhase (altes Thier).

	Backenzahn.	Schneidezahn.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	72.04	70.56
Kohlensaure Kalkerde . . .	5.01	5.00
Phosphorsaure Talkerde . .	0.92	0.92
Salze	0.93	0.87
Knorpelsubstanz	20.50	22.05
Fett	0.60	0.60
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	21.10	22.65
Anorganische Substanz . .	78.90	77.35
	100.00	100.00

Der Unterkiefer desselben Thieres hatte:

Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium . .	64.45
Kohlensaure Kalkerde	6.03
Phosphorsaure Talkerde	0.84
Salze	0.97
Knorpelsubstanz	26.80
Fett	0.91
	100.00
Organische Substanz	27.71
Anorganische Substanz	72.29
	100.00

2.

Cervus elaphus. Edelhirsch. (9 Jahre alt.)

	Wurzel des Backenzahnes, frei von Rindensubstanz u. Schmelz.
Phosphorsaure Kalkerde m. etwas Fluorcalcium	63.51
Kohlensaure Kalkerde . . .	3.99

	Wurzel des Backenzahnes, frei von Rindensubstanz u. Schmelz.
Phosphorsaure Talkerde . . .	3.72
Salze	0.58
Knorpelsubstanz	27.40
Fett	0.80
	100.00
Organische Substanz . . .	28.20
Anorganische Substanz . . .	71.80
	100.00

3.

Capra Hircus. Ziege. (Ein halbes Jahr alt).

	Schneidezahn. Zahnknochen möglichst von Schmelz befreit.	Backenzahn. Zahnknochen, Rindensubstanz u. Schmelz.
Phosphorsaure Kalkerde m. etwas Fluorcalcium	63.04	72.59
Kohlensaure Kalkerde .	2.83	3.22
Phosphorsaure Talkerde .	1.70	1.70
Salze . . .	0.93	0.97
Knorpelsubstanz . .	31.00	21.02
Fett . . .	0.50	0.50
	100.00	100.00
Organische Substanz .	31.50	21.52
Anorganische Substanz .	68.50	78.48
	100.00	100.00

4.

Capra Hircus. (Altes Thier.)

	Schneidezahn. Zahnknochen, von Schmelz befreit.	Backenzahn. Zahnknochen, Rindensubstanz u. Schmelz.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	61.98	68.75
Kohlensaure Kalkerde	8.03	8.07
Phosphorsaure Talkerde .	1.00	1.20
Salze . . .	0.99	1.12

	Schneidezahn. Zahnknochen, von Schmelz befreit	Backenzahn. Zahnknochen, Rindensubstanz u. Schmelz.
Knorpelsubstanz .	27.29	20.16
Fett . . .	0.71	0.70
	100.00	100.00
Organische Substanz .	28 00	20.86
Anorganische Substanz .	72.00	79.14
	100.00	100.00

5.

Bos Taurus. Ochse. (3 Jahre alt.)

	Schneidezahn.		
Phosphorsaure Kalkerde	Schmelz.	Zahnknochen.	Rindensubstanz.
m. etwas Fluorcalcium	81.86	59.57	58.73
Kohlensaure Kalkerde .	9.33	7.00	7.22
Phosphorsaure Talkerde	1.20	0.99	0.99
Salze . . .	0.93	0.91	0.82
Knorpelsubstanz . .	6.66	30.71	31.31
Fett	0.02	0.82	0.93
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	6.68	31.53	32.24
Anorganische Substanz	93.32	68.47	67.76
	100.00	100.00	100.00

6.

Bos Taurus. (Anderes Thier, 3 Jahre alt.)

	Schneidezahn.		
Phosphorsaure Kalkerde	Schmelz.	Zahnknochen.	Rindensubstanz.
mit Fluorcalcium .	83.77	58.33	58.00
Kohlensaure Kalkerde .	7.00	7.39	7.22
Phosphorsaure Talkerde	1.32	0.97	0.99
Salze	0.61	0.75	0.73
Knorpelsubstanz .	7.23	32.04	32.11
Fett . . .	0.07	0.52	0.95
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	7.30	32.56	33.06
Anorganische Substanz	92.70	67.44	66.94
	100.00	100.00	100.00

7.

Bos Taurus. (Anderes Thier, 3 Jahre alt.)

	Backenzahn. Zahnknochen der Wurzel ohne Rindensubstanz.
Phosphorsaure Kalkerde m. Fluorcalcium	63.92
Kohlensaure Kalkerde . .	8.01
Phosphorsaure Talkerde . .	0.79
Salze	0.72
Knorpelsubstanz . . .	26.16
Fett	0.40
	100.00
Organische Substanz . .	26.56
Anorganische Substanz . .	73.44
	100.00

8.

Equus Caballus. Pferd (halbjährig).

	Ganze Substanz des Backenzahnes.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . . .	76.28
Kohlensaure Kalkerde . . .	3.49
Phosphorsaure Talkerde . . .	3.53
Salze	0.72
Knorpelsubstanz	15.14
Fett	0.84
	100.00
Organische Substanz . . .	15.98
Anorganische Substanz . . .	84.02
	100.00

Trotz aller angewendeten Mühe war es unmöglich, durch mechanische Trennung den Zahn dieses jungen Thieres vollkommen in Schmelz, Zahnknochen und Rindensubstanz zu zerlegen. Zähne junger Pflanzenfresser bieten diese Schwierigkeiten vorzugsweise dar.

9.

Equus Caballus.

	Schneidezähne. Reiner Zahnknochen eines 9jähr. Thieres.	Schneidezähne. Reiner Zahnknochen eines 20jähr. Thieres.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	63.31	61.12
Kohlensaure Kalkerde .	1.54	3.53
Phosphorsaure Talkerde	3.00	3.54
Salze	0.63	0.70
Knorpelsubstanz . .	30.80	30.31
Fett	0.72	0.80
	100.00	100.00
Organische Substanz .	31.52	31.11
Anorganische Substanz .	68.48	68.89
	100.00	100.00

Die Rindensubstanz beider Zähne ergab dieselben Resultate mit so geringen Abweichungen, dass dieselben als Beobachtungsfehler, die Zusammensetzung der Rindensubstanz aber als gleich jener des Zahnknochens angenommen werden kann.

10.

Equus Caballus. (12 — 15 Jahre alt.)

	Backenzahn. Reiner Zahnknochen.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	61.28
Kohlensaure Kalkerde . .	6.08
Phosphorsaure Talkerde . .	1.75
Salze	0.74
Knorpelsubstanz . . .	29.77
Fett	0.38
	100.00
Organische Substanz . . .	30.15
Anorganische Substanz . .	69.85
	100.00

11.

Equus Caballus. (9jähriges Thier.)

	Schmelz des Backenzahnes.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	89.01
Kohlensaure Kalkerde . . .	1.19
Phosphorsaure Talkerde . .	1.95
Salze	0.60
Knorpelsubstanz . . .	7.06
Fett	0.19
	100.00

Ich habe in der Glasur des Backenzahnes eines anderen, ebenfalls alten Pferdes nur 80.27 anorganische Substanz gefunden. Es wurde so sorgfältig als möglich die Trennung vorgenommen, so dass ich nicht wohl glaube, dass eine Verunreinigung der Glasur mit Zahnknochen oder Rindensubstanz stattgefunden hat.

12.

Sus Scrofa. Wildschwein (etwa 3jährig).

	Schneidezahn. Reiner Zahnknochen.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	61.23
Kohlensaure Kalkerde . .	2.97
Phosphorsaure Talkerde . .	6.21
Salze	0.70
Knorpelsubstanz . . .	27.99
Fett	0.90
	100.00
Organische Substanz . . .	28.89
Anorganische Substanz . .	71.11
	100.00

13.

Sus Scrofa. Altes Thier.

	Stosszahn von ausgezeichneter Grösse Reiner Zahnknochen.
Phosphorsaure Kalkerde m. etwas Fluorcalcium	60.00
Kohlensaure Kalkerde	2.51

	Stosszahn von ausgezeichneter Grösse. Reiner Zahnknochen.
Phosphorsaure Talkerde . . .	6.43
Salze	0.43
Knorpelsubstanz	30.50
Fett	0.13
	100.00
Organische Substanz	30.50
Anorganische Substanz	69.37
	100.00

14.

Elephas. (Indicus).

	Stosszahn. Reiner Zahnknochen.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	38.48
Kohlensaure Kalkerde . . .	5.63
Phosphorsaure Talkerde . . .	12.01
Salze	0.70
Knorpelsubstanz	42.94
Fett	0.24
	100.00
Organische Substanz	43.18
Anorganische Substanz . . .	56.82
	100.00

Ich habe dieses Elfenbein durch die Güte des Herrn Professor *Martius* in Erlangen erhalten, durch welchen ich mit Sicherheit erfuhr, dass es aus Ostindien gebracht wurde. Die beiden andern Elfenbeinarten, welche ich untersuchte, habe ich von Gewerbsleuten erworben, welche dasselbe verarbeiten. Auf diese Weise habe ich die Grösse der Zähne erfahren können, hingegen war nicht zu ermitteln, von woher das Elfenbein in den Handel gebracht wurde. I. ist ein Zahn von etwa 30 Pfunden, es wurde von demselben der untere, noch hohle Theil, und eben so ein aus dem oberen compacten Theil des Zahnes geschnittenes Stück untersucht. Die dünne Lage Rindensubstanz, die die Stosszähne der Elephanten umgiebt, war entfernt wor-

den. Beide Theile des Zahnes verhielten sich gleich. II. ist ein Stück aus dem unteren hohlen Theile eines Zahnes, der 56 Pfund wog.

15.

	I.	II.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	41.28	46.48
Kohlensaure Kalkerde . . .	3.04	3.86
Phosphorsaure Talkerde . . .	8.20	7.84
Salze	0 75	0.77
Knorpelsubstanz	46.43	40.71
Fett	0.30	0.34
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	46.73	41.05
Anorganische Substanz . . .	53.27	58.95
	100.00	100.00

16.

Delphinus Delphis. Gemeiner Delphin.

Die Zähne des Delphin haben keinen Schmelz, sondern sind sowohl an der Wurzel, als an der Krone mit einer ziemlich starken Lage Rindensubstanz begleitet. Es wurden von derselben mittelst einer sehr feinen Säge, dünne Lamellen abgeschnitten, und der Zahnknochen dann durch die Feile so weit von noch anhängender Rindensubstanz gereinigt, dass feingeschliffene Durchschnitte derselben unter dem Mikroskope keine Spur derselben mehr zeigten. Es wurde erhalten:

	Zahnknochen.	Rindensubstanz.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium .	66.37	69.42
Kohlensaure Kalkerde .	1.84	1.79
Phosphorsaure Talkerde	1.36	1.47
Salze	0.99	0.93
Knorpelsubstanz . .	28.62	25.73
Fett	0.82	0.66
	100.00	100.00
Organische Substanz .	29.44	26.39
Anorganische Substanz	70.56	73.61
	100.00	100.00

17.

Phoca Vitulina. (Alter des Thieres unbekannt.)

	Eckzahn. Schmelz.	Eckzahn. Zahnknochen.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluòrcalcium	85.60	68.46
Kohlensaure Kalkerde	1.94	1.09
Phosphorsaure Talkerde	1.00	0.97
Salze	0.63	0.78
Knorpelsubstanz	10.83	28.27
Fett	— —	0.43
	100.00	100.00
Organische Substanz	10.83	28.70
Anorganische Substanz	89.17	71.30
	100.00	100.00

	Backenzahn. Schmelz.	Backenzahn. Zahnknochen.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	84.23	63.38
Kohlensaure Kalkerde	1.44	1.70
Phosphorsaure Talkerde	0.94	0.93
Salze	0.90	0.89
Knorpelsubstanz	12.47	32.57
Fett	0.02	0.53
	100.00	100.00
Organische Substanz	12.49	33.10
Anorganische Substanz	87.51	66.90
	100.00	100.00

18.

Mustela Foina. Marder.

Eine vollständige Trennung glückte nicht, es wurde deshalb ein Backenzahn sammt dem Schmelze untersucht. Vom Eckzahne aber der von der Rindensubstanz befreite Zahnknochen der Wurzel. Es wurden hiezu zwei Eckzähne zugleich verwendet.

	Zahnknochen des Eckzahnes.	Backenzahn.
Phosphors. Kalkerde m. Fluorcalcium	64.57	72.93
Kohlensaure Kalkerde . .	4.00	5.12
Phosphorsaure Talkerde . .	1.03	0.99
Salze	0.74	0.73
Knorpelsubstanz . . .	29.11	19.63
Fett	0.55	0.60
	100.00	100.00
Organische Substanz . .	29.66	20.23
Anorganische Substanz . .	70.34	79.77
	100.00	100.00

19.

Canis familiaris. Haushund (6 Wochen alt).

Wieder war eine genaue Trennung nicht zu bewerkstelligen. Doch waren kleine Stückchen der Glasur abzusprengen, welche durch Schleifen rein erhalten wurden. Sie ergaben:

Organische Substanz .	17.73
Anorganische Substanz	82.27
	100.00

Die ganzen Backenzähne ergaben:

Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	71.23
Kohlensaure Kalkerde	2.01
Phosphorsaure Talkerde . . .	1.35
Salze	0.97
Knorpelsubstanz	23.74
Fett	0.70
	100.00
Organische Substanz	24.44
Anorganische Substanz	75.56
	100.00

20.

Canis Lupus. Wolf. (Junges Thier, etwa 1 Jahr alt.)

	Backenzahn.	
	Schmelz.	Zahnknochen.
Phosphorsaure Kalkerde m. Fluorcalcium	84.95	70.04
Kohlensaure Kalkerde . .	1.63	1.00
Phosphorsaure Talkerde . .	0.99	0.73
Salze	0.95	1.00
Knorpelsubstanz . . .	11.48	26.40
Fett	——	0.83
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	11.48	27.23
Anorganische Substanz . .	88.52	72.77
	100.00	100.00

	Eckzahn.	
	Schmelz.	Zahnknochen.
Phosphorsaure Kalkerde m. Fluorcalcium	85.08	68.69
Kohlensaure Kalkerde . .	1.77	1.09
Phosphorsaure Talkerde . .	1.04	0.94
Salze	1.02	1.00
Knorpelsubstanz . . .	11.07	27.58
Fett	0.02	0.70
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	11.09	28.28
Anorganische Substanz . .	88.91	71.72
	100.00	100.00

21.

Canis Lupus. (Alt.)

	Backenzahn.	
	Schmelz.	Zahnknochen.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . . .	87.82	68.81
Kohlensaure Kalkerde . .	1.21	1.04
Phosphorsaure Talkerde . .	1.10	0.97
Salze . .	0.83	0.80

	Backenzahn.	
	Schmelz.	Zahnknochen.
Knorpelsubstanz . . .	9.04	27.65
Fett	— —	0.73
	100.00	100.00
Organische Substanz . .	9.04	28.38
Anorganische Substanz . . .	90.96	71.62
	100.00	100.00

	Eckzahn.	
	Schmelz.	Zahnknochen.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	85.78	67.36
Kohlensaure Kalkerde . .	2.09	1.07
Phosphorsaure Talkerde . .	1.00	1.00
Salze	0.93	0.79
Knorpelsubstanz . . .	10.20	29.07
Fett	— —	0.71
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	10.20	29.78
Anorganische Substanz . .	89.80	70.22
	100.00	100.00

Ich habe ferner den Zahnknochen des Backenzahnes eines anderen Wolfes, der Stärke der Schädelknochen nach eines sehr alten Thieres I., und der Zahnknochen des Eckzahnes eines anderen Exemplares derselben Art, was nicht so alt schien, jedenfalls aber vollkommen erwachsen war, II, analysirt, und habe gefunden:

	22.	23.
	I.	II.
Phosphorsaure Kalkerde m. etwas Fluorcalcium	70.21	61.80
Kohlensaure Kalkerde . . .	1.32	4.02
Phosphorsaure Talkerde . .	3.53	1.23
Salze	0.94	0.80
Knorpelsubstanz . . .	23.46	31.81
Fett	0.54	0.34
	100.00	100.00

	22. I.	23. II.
Organische Substanz . . .	24.00	32.15
Anorganische Substanz . .	76.00	67.85
	100.00	100.00

24.

Canis Vulpes. Fuchs. (Altes Thier).

	Backenzahn. Schmelz.	Zahnknochen.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	88.24	71.84
Kohlensaure Kalkerde . .	1.72	0.90
Phosphorsaure Talkerde .	1.20	0.99
Salze	0.75	0.78
Knorpelsubstanz . .	8.09	25.09
Fett	— —	0.40
	100.00	100.00
Organische Substanz . .	8.09	25.49
Anorganische Substanz .	91.91	74.51
	100.00	100.00

In dem Schmelze des Eckzahnes eines anderen Fuchses wurde gefunden:

Organische Substanz .	6.66
Anorganische Substanz .	93.34
	100.00

25.

Felis Leo. Löwe. (Wahrscheinlich junges Thier.)

	Eckzahn. Schmelz.	Zahnknochen.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium . .	83.33	60.03
Kohlensaure Kalkerde . .	2.94	3.00
Phosphorsaure Talkerde .	3.70	4.21
Salze . . .	0.64	0.77
Knorpelsubstanz . .	9.39	31.57
Fett	Spur	0.42
	100.00	100.00

	Eckzahn.	
	Schmelz.	Zahnknochen.
Organische Substanz . .	9.39	31.99
Anorganische Substanz . .	90.61	68.01
	100.00	100.00

26.

Ursus Arctos. Brauner Landbär. (Alter unbekannt.)

	Eckzahn.	
	Schmelz.	Zahnknochen.
Phosphorsaure Kalkerde m. Fluorcalcium	84.38	64.88
Kohlensaure Kalkerde . .	2.20	1.34
Phosphorsaure Talkerde . .	6.01	6.40
Salze	0.77	0.80
Knorpelsubstanz . . .	6.64	25.76
Fett	— —	0.82
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	6.64	26.58
Anorganische Substanz . .	93.36	73.42
	100.00	100.00

Menschenzähne.

27.

Backenzahn eines Weibes von 25 Jahren.

	Schmelz.	Zahnknochen.
Phosphorsaure Kalkerde m. etw. Fluorcalcium	81.63	67.54
Kohlensaure Kalkerde . . .	8.88	7.97
Phosphorsaure Talkerde . . .	2.55	2.49
Salze	0.97	1.00
Knorpelsubstanz	5.97	20.42
Fett	Spur	0.58
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	5.97	21.00
Anorganische Substanz . . .	94.03	79.00
	100.00	100.00

Es waren diese Zähne vollkommen gesund, und von dem Individuum, welches Nro. 67 (Knochen der Säugethiere) angeführt wurde.

28.

B a c k e n z a h n.

Erwachsener Mann. Alter unbekannt.

	Schmelz.	Zahnknochen.
Phosphorsaure Kalkerde m. etw. Fluorcalcium	89.82	66.72
Kohlensaure Kalkerde . .	4.37	3.36
Phosphorsaure Talkerde . .	1.34	1.08
Salze	0.88	0.83
Knorpelsubstanz . . .	3.39	27.61
Fett	0.20	0.40
	100.00	100.00
Organische Substanz . .	3.59	28.01
Anorganische Substanz . .	96.41	71.99
	100.00	100.00

Der Z a h n k n o c h e n eines Schneidezahnes desselben Individuums ergab:

Organische Substanz .	28.70
Anorganische Substanz .	71.30
	100.00

R i n d e n s u b s t a n z der Schneidezähne, so gut als möglich vom Zahnknochen getrennt:

	I.	II.
Organische Substanz .	29.42	29.12
Anorganische Substanz	70.58	70.88
	100.00	100.00

C a r i ö s e Z ä h n e gaben, so weit sich die braune Färbung des Zahnknochens erstreckte, weniger anorganische Substanz und etwas Fett. Aber diesen Untersuchungen messe ich wenig Werth bei, da die angegriffenen Substanzen nicht genau von übrigen Zahnknochen getrennt werden konnten, und überhaupt die erhaltenen Mengen ausserordentlich gering waren.

29.

Crocodilus. Sehr wahrscheinlich Nilkrokodil. (Starkes Exemplar.)

Die Rindensubstanz am untern Theile des Zahnes war vom Zahnknochen ziemlich leicht zu trennen, und konnte fast gänzlich mit einem scharfen Messer abgenommen, abgestreift werden, nichts desto weniger enthielt sie viel anorganische Substanz, und war vom übrigen Zahne in chemischem Betrachte kaum unterschieden.

	Zahnknochen. Oberer Theil.	Zahnknochen. Unterer Theil.	Rindensubstanz.
Phosphorsaure Kalkerde m. Fluorcalcium	53.47	53.69	53.39
Kohlensaure Kalkerde	6.33	6.30	6.29
Phosphorsaure Talkerde	10.75	10.22	9.99
Salze . . .	1.36	1.34	1.42
Knorpelsubstanz .	27.32	27.66	28.15
Fett . . .	0.77	0.79	0.76
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	28.09	28.45	28.91
Anorganische Substanz	71.91	71.55	71.09
	100.00	100.00	100.00

30.

Squalus Pristis. Sägefisch.

Zahn der sogenannten Säge dieser Thiere. Kleines Exemplar. Es wurden die in der verlängerten Schnautze eingetheilten Zähne abgesägt, so weit selbe hervorstanden, und einige derselben zusammen untersucht.

Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	61.99
Kohlensaure Kalkerde . . .	3.64
Phosphorsaure Talkerde . .	1.70
Salze	1.81
Knorpelsubstanz . . .	29.53
Fett	1.33
	100.00
Organische Substanz . . .	30.86
Anorganische Substanz . .	69.14
	100.00

31.

Lucius Esox. Flusshecht.

	Ganze Substanz, die stärkeren Zähne des Unterkiefers, eines etwa 3 Pfund wiegenden Thieres.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	63.98
Kohlensaure Kalkerde . . .	2.54
Phosphorsaure Talkerde . . .	0.73
Salze	0.97
Knorpelsubstanz	30.60
Fett	1.18
	100.00
Organische Substanz	31.78
Anorganische Substanz . . .	68.22
	100.00

32.

Labrus. Lippfisch.

Ich habe die Species nicht bestimmen können. Zur Analyse wurde die ganze Substanz verwendet.

Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . .	59.94
Kohlensaure Kalkerde . . .	9.01
Phosphorsaure Talkerde . .	2.00
Salze	1.77
Knorpelsubstanz . . .	24.85
Fett	2.43
	100.00
Organische Substanz . .	27.28
Anorganische Substanz . .	72.72
	100.00

33.

Pleuronectes platessa. Scholle.

	Ganze Substanz.
Phosphorsaure Kalkerde m. Fluorcalcium	57.20
Kohlensaure Kalkerde . .	1.34

		Ganze Substanz.
Phosphorsaure Talkerde	. .	0.88
Salze	. . . .	1.82
Knorpelsubstanz	. . .	37.77
Fett	. . . .	0.99
		100.00
Organische Substanz	. .	38.76
Anorganische Substanz	. .	61.24
		100.00

Es mag hier bemerkt werden, dass in den Fischzähnen sich, eben so wie in den Knochen der Fische, schwefelsaure Salze fanden, schwefelsaure Kalkerde, schwefelsaures Natron, aber in geringerer Menge, als in den Knochen selbst. Sie sind bei den vorstehenden Analysen unter den Salzen mit eingerechnet.

Wir besitzen Analysen von den Zähnen verschiedener Thiere und eben so von Menschen, welche hier folgen sollen.

Morichini fand im Schmelz des Menschenzahnes

Thierische Substanz	.	30
Kohlensäure	. .	1
Phosphorsäure und Flusssäure		22
Kalkerde	. . .	33
Bittererde	. .	9
Alaunerde	. .	5
		100

Lassaigne: ebenfalls Schmelz eines Menschenzahnes.

Phosphorsaure Kalkerde	.	72
Kohlensaure Kalkerde	.	8
Thierische Materie	.	20
		100

Ferner fand derselbe in verschiedenen Thier- und Menschenzähnen:

	Phosphors. Kalkerde.	Kohlens. Kalkerde.	Organ. Substanz.
Zahn eines Kindes von 1 Tag .	51.	14.	35.
„ „ „ von 2 Jahren .	67.	10.	23.
„ „ „ „ 6 Jahren .	60.10	11.42	28.57

	Phosphors. Kalkerde.	Kohlens. Kalkerde.	Organ. Substanz.
Zahn eines erwachsenen Mannes .	61.	10.	29.
„ „ 81jährigen Mannes .	66.	1.	33.
Vorderzähne eines Kaninchens .	59.5	9.3	31.2
Backenzähne eines Kaninchens .	63.7	7.8	28.5
Backenzähne der Ratte . .	65.1	5.3	30.6
Backenzähne vom wilden Schweine	63.0	6.8	29.4
Stosszähne vom wilden Schweine	69.0	4.2	26.8
Eckzähne des Nilpferdes . .	72.0	2.9	25.1
Vorderzahn vom Pferde . .	58.3	10.0	31.8
Backenzahn vom Pferde . .	62.0	8.9	29.1
Vorderzahn vom Ochsen . .	64.0	8.0	28.0
Zähne vom Orycteropus . .	65.9	6.8	27.3
Zähne vom Cavial . .	61.6	8.1	30.3
Zähne der Ringelnatter . .	76.3	3.7	30.0
Giftzähne der Viper . .	73.8	5.2	21.0
Zähne des Karpfen . .	49.0	16.0	35.0
Zähne des Haifisch . .	52.6	13.9	33.5
Schmelz des Ochsenzahnes .	98.0	1.0	1.0

Pepys fand:

	Kinderzähne.	Zähne Erwachsener.
Phosphorsaure Kalkerde .	62	64
Kohlensaure Kalkerde .	6	6
Organische Substanz .	20	20
Verlust . . .	12	10
	100	100

Menschenzähne.

	Schmelz.	Zahnwurzel.
Phosphorsaure Kalkerde . .	68	58
Kohlensaure Kalkerde . .	6	4
Organische Substanz . .	—	28
Verlust	16	10
	90	100

Wie gewöhnlich, hat *Berzelius* die genaueste Analyse der Zähne geliefert. Er fand:

Zahnschmelz.

	Von Menschen.	Von Ochsen.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium . .	88.5	85.0
Kohlensaure Kalkerde . .	8.0	7.1
Phosphorsaure Talkerde .	1.5	3.0
Natron . . .	—	1.4
Braune Häute am Zahnknorpel sitzend, Alkali, Wasser .	2.0	3.5
	100.0	100.0

Zahnknochen.

	Von Menschen.	Von Ochsen.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium . .	64.0	63.15
Kohlensaure Kalkerde . .	5.3	1.38
Phosphorsaure Talkerde .	1.0	2.07
Natron mit etwas Kochsalz .	1.4	2.40
Knorpel und Gefässe . .	28.0	31.00
	100.0	100.00

Gehalt der Zähne an organischer und anorganischer Substanz.

Es ergiebt sich für den Zahnknochen der Säugethiere durchschnittlich etwas mehr anorganische Substanz, als wie für die übrigen Knochen, selbst für die der Extremitäten und des Schädels. In einzelnen Fällen jedoch sind diese Unterschiede nur sehr gering, während sich wieder in andern ein ziemlich bedeutendes Uebergewicht ergiebt. — Man kann nicht sagen, dass sich ein Unterschied zwischen den Pflanzen- und Fleischfressern zeigte, da eigentlich immer zu wenig Analysen angestellt worden sind, um Differenzen, die sich etwa ergeben, nicht auch auf Rechnung der Individualität setzen zu können.

Bei dem Geschlechte *Canis* kömmt für die anorganische Substanz die Zahl 76.00 vor, aber bei einem ebenfalls erwachsenen Thiere wieder 67.85. Beim Menschen habe ich für den Zahnknochen des Backenzahnes 79.00 und 71.99 anorganische

Substanz gefunden, *Berzelius* fand 72.0. Ich glaube nicht, dass ich mich geirrt habe, oder dass ein Untersuchungsfehler stattgefunden hat, es scheint also mithin der Gehalt an organischer und anorganischer Substanz in den Zähnen, so wie auch in den Knochen bei verschiedenen Individuen zu wechseln.

Wo Backenzähne, Schneidezähne und Eckzähne ein und desselben Individuums untersucht wurden, fand sich meist ein geringer Gehalt an anorganischer Substanz mehr in den Backenzähnen, aber auch hier sind zu wenig der vergleichenden Untersuchungen. Indess wird diese Wahrnehmung durch die oben angeführten Untersuchungen von *Lassaigne* bestätigt, welcher ebenfalls in den Backenzähnen mehr anorganische Substanz fand.

Auffallend ist die geringe Menge Knochenerde in den Stosszähnen des Elephanten. Auch im Stosszahn des Wildschweines wurde nur 69.37 gefunden. Meine Versuche ergeben wenig oder keinen Aufschluss, wie sich in diesem Betrachte der Zahnknochen jüngerer Thiere gegen den älterer verhält.

Lassaigne fand bei einem neugeborenen Kinde weniger anorganische Bestandtheile, als beim Manne. Bei einem zwei- und 6jährigen Kinde aber mehr. Bei einem 81jährigen Greise wieder weniger, als bei einem jüngeren Manne.

Ich will keineswegs in Abrede stellen, dass *Lassaigne* die Kinderzähne, bei welchen er mehr anorganische Substanz gefunden hat, vollkommen vom Schmelze befreit hat, aber ich bemerke dennoch, dass diess immer sehr schwierig erscheint, es ist mir wenigstens nicht gelungen, die Schneidezähne eines 5jährigen Knaben auf solche Weise zur Analyse vorbereiten zu können. —

Ueber die Rindensubstanz sind mir keine Untersuchungen bekannt. Ich habe dieselbe in den wenigen Fällen, wo ich überzeugt war, sie rein erhalten zu haben, nur wenig vom Zahnknochen in ihrer Zusammensetzung unterschieden gefunden, sie hatte bei den Schneidezähnen des Ochsen und bei menschlichen Schneidezähnen nur um weniges mehr organische Substanz, als der Zahnknochen selbst, beim Delphin hingegen hatte sie mehr anorganische Substanz, als der Zahnknochen. Obschon man während des Durchsägens der Delphinzähne keinen stärkeren

Widerstand bei der Rindensubstanz, als bei dem Zahnknochen wahrnehmen konnte, scheint es doch, dass dieselbe sich in ihrer Zusammensetzung mehr dem Schmelze nähert, dessen Stelle sie auch vertritt, indem sie über den ganzen Zahn verbreitet ist, obgleich dieser Ueberzug sich durch seine Struktur (Tab. IV. Fig. 10) als wirkliche Rindensubstanz charakterisirt.

In Betreff des Zahnschmelzes scheinen ebenfalls bedeutende Unterschiede zu herrschen, indem ich seinen Gehalt an organischer und anorganischer Substanz sehr verschieden gefunden habe.

Berzelius fand nur sehr wenig von der ersteren, 2.0 pCt. beim Menschen, und 3.5 bei dem Schmelze der Ochsenzähne, und hierbei befindet sich noch Alkali und Wasser.

Ich habe mehr organische Substanz gefunden, beim Menschen 6.64 pCt. und 5.97. Zwar hält der Schmelz aller Zähne, die ich untersuchte, einen gewissen Antheil Wasser hartnäckig zurück, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man denselben im Wasserbade getrocknet hat, bis er nichts mehr an Gewicht verliert, und dann glüht. Schon bei der ersten Einwirkung der Flamme zerspringen die Stückchen des Schmelzes mit Heftigkeit, und werden weit umhergeschleudert, so dass man, ist der Tiegel nicht gehörig bedeckt, meist den grössten Theil der Substanz verliert.

Aber ich habe den Schmelz, welchen ich untersuchte, fein gepulvert, bei + 120° R. getrocknet, und glaube auf diese Weise nicht, durch einen, noch in den Schmelznadeln eingeschlossenen Wassergehalt irre geführt worden zu sein. Ich muss daher annehmen, dass im Schmelze ebenfalls verschiedene Mengen von organischen Bestandtheilen gefunden werden.

Morichini fand 30.0 pCt. und *Lassaigne* 20.0 im Schmelze der Menschenzähne. Aber ich möchte fast glauben, dass in diesen Analysen, besonders bei der ersten, nicht gehörig ausgetrocknet wurde. In dem Schmelze der Thierzähne fand ich noch etwas mehr organische Substanz, als in dem der menschlichen Zähne, so bei einem Pferde 19.73 pCt. Versuche, die ich anstellte, die organische Substanz des Schmelzes durch Entfernung der anorganischen Substanz mittelst Salzsäure zu be-

stimmen, missglückten, indem, wie ich schon oben bemerkte, ein Theil der organischen Substanz aller Knochen, auch in sehr verdünnter Säure löslich ist. —

Anorganische Substanz der Zähne überhaupt.

Berzelius sagt, *) dass die Knochenerde des Zahnknochens in ihrer Zusammensetzung, beim Menschen von dem der übrigen Knochen abweiche. Auch bei dem Schmelze der Menschen-Zähne und bei dem Zahnknochen des Ochsen hat er dasselbe gefunden. Der Schmelz der Ochsenzähne hingegen stimmte hinsichtlich der Zusammensetzung der Knochenerde, mit den übrigen Knochen zusammen.

Ich bin, um die Zusammensetzung der phosphorsauren Kalkerde zu erfahren, bei den Zähnen, wie bei den Knochen auf die Weise zu Werke gegangen, dass ich den geglühten und hierauf mit kohlensaurem Ammoniak befeuchteten und nochmals schwach geglühten Knochen wog, wodurch der Gehalt an organischer Substanz bestimmt wurde. Es wurde hierauf mit Salzsäure gelöst, die Phosphorsäure durch essigsaures Blei, der Ueberschuss dieses letzteren wieder durch Schwefelwasserstoff entfernt, und nach dem Erwärmen der Flüssigkeit die Kalkerde mit kleesaurem Ammoniak ausgefällt. Die durch Glühen kohlensauer gewordene Kalkerde, wurde als r e i n berechnet, und von derselben so viel abgezogen, als die Kohlensäure bedurfte, deren Menge schon vorher durch einen eigenen Versuch direct in Erfahrung gebracht war.

Die durch Wasser ausziehbaren Salze, und die phosphorsaure Talkerde, die durch Versuche ebenfalls bekannt waren, wurden dann zu der Menge des kohlensauren Kalkes gerechnet. Wenn die jetzt noch übrig bleibende Menge reiner Kalkerde als $\dot{C}a^{8}\ \ddot{\ddot{P}}^{3}$ berechnet wurde, fand sich bei den Knochen das Gewicht des Glührückstandes, und mithin die Zusammensetzung

---

*) Lehrbuch der Chemie. B. IX. p. 552. IV.

des anorganischen Bestandtheiles desselben. Diese Rechnung aber, und das Gewicht des Glührückstandes controllirten sich gegenseitig.

Auf diese Weise habe ich auch die einzelnen Substanzen der Zähne behandelt. Ich habe dabei die sehr eigenthümliche Erfahrung gemacht, dass die meisten Zähne der Säugethiere und auch die des Menschen, Zahnknochen sowohl als Schmelz, in Betreff der phosphorsauren Kalkerde, der Zusammensetzung $\dot{C}a^{8}\,\ddot{\bar{P}}^{3}$, oder Kalkerde 51.549 und Phosphorsäure 48.451, entsprechen, dass aber im Schmelze sowohl, als im Zahnknochen, bisweilen scheinbare Anomalien vorkommen, so dass die Rechnung durchaus nicht stimmt, welches bei den Knochen, sehr kleine Differenzen abgerechnet, stets der Fall ist.

Die ersten Versuche, welche ich mit menschlichen Zahnknochen anstellte, zeigten eine den übrigen Knochen analoge Zusammensetzung in Betreff des phosphorsauren Kalkes. Weitere Versuche aber ergaben ein anderes Verhältniss desselben, und zufällig ein solches, dass ich bereits glaubte, ein neues phosphorsaures Kalksalz gefunden zu haben, in der procentischen Zusammensetzung von: Kalkerde 64.42 und Phosphorsäure 35.58, welches sich berechnen liess:

	Gefunden.	Atome.	Atomzahl.	Berechnet.
Kalkerde .	64.42	9	3204.9	64.23
Phosphorsäure .	35.58	2	1784.4	35.77
	100.00	11	4989.3	100.00

Aber fortgesetzte Untersuchungen zeigten mir, dass dieses Verhältniss sich nicht constant blieb, obgleich, wie ich indess glaube, wohl zufällig, einige Versuche sehr wohl mit dieser Rechnung stimmten.

Alles was ich hierüber also angeben kann, ist, dass fast in allen Fällen sich ein scheinbarer Ueberschuss an Kalkerde ergab, und dass diess öfter bei Menschenzähnen, als bei Thierzähnen der Fall war. Ich glaube nicht fürchten zu müssen, dass diese Unregelmässigkeit in der Zusammensetzung des phosphorsauren Kalkes nur scheinbar sey, und etwa von unregelmässigem Austrocknen herrührt, denn es wurde, wie schon

angegeben, bei + 120° R. getrocknet, bis kein Gewichtsverlust mehr stattfand. Es muss mithin wohl angenommen werden, dass in manchen Zähnen die Zusammensetzung der Knochenerde eine andere, als die gewöhnliche ist.

Sollte diess vielleicht der Anfang eines pathologischen Processes seyn? Ich glaube nicht, indem ich die Erscheinung auch bei einigen Thierzähnen gefunden habe. Aber ich habe nie, einige Pferdezähne abgerechnet, jemals eigentliche cariöse Thierzähne getroffen, und selbst bei diesen Pferdezähnen (Schneidezahn) stimmten die Erscheinungen nicht vollkommen mit denen der menschlichen überein. Auch beim Zahnschmelz habe ich Aehnliches beobachtet, und bald die Knochenerde normal, bisweilen aber auch annormal zusammengesetzt gefunden, aber in fast allen diesen Fällen schien dieselbe für die procentische Zusammensetzung mehr Kalkerde zu haben, als die Knochenerde überhaupt.

Ich muss bemerken, dass ich beim Krokodil ein vollkommen normales Verhältniss gefunden habe, aber bei allen untersuchten Fischzähnen gerade das Gegentheil. Zwar konnte hier nicht der Zahnknochen vollkommen gereinigt werden, aber es zeigten doch die Analysen der ganzen Zähne, dass jedenfalls die phosphorsaure Kalkerde nicht wie in den Knochen zusammengesetzt war, und ich habe hier immer weniger Phosphorsäure gefunden, als nöthig gewesen wäre, $\dot{C}a^{8}\, \dddot{\overline{P}}^{3}$ zu bilden.

In den wenigen Fällen, wo ich Rindensubstanz untersuchte, fand ich die Knochenerde normal.

Der kohlensaure Kalk wechselt in den Zähnen wie in den Knochen, selbst bei einzelnen Individuen derselben Species. *Berzelius* fand im Zahnknochen des Ochsen nur 1.38 pCt., während ich eine bedeutend grössere Menge fand. Im Schmelze scheint so ziemlich dieselbe Menge, als im Zahnknochen, enthalten zu seyn, denn der scheinbar grössere Gehalt desselben im Schmelz, ist durch dessen grössere Anzahl anorganischer Bestandtheile überhaupt, bedingt. Es scheint deshalb und aus dem Vorhergehenden zu erfolgen, dass der Schmelz in Betreff seiner anorganischen Bestandtheile denen des Zahnknochens sehr ähnlich oder gleich ist.

Die in Wasser löslichen Salze des Zahnes überhaupt, habe ich qualitativ und quantitativ wie jene der übrigen Knochen gefunden. Höchst auffallend aber ist die grosse Menge von phosphorsaurer Talkerde, welche manche Zähne enthalten. Schon beim Hirsch und bei einigen Pferdezähnen fand sich 3.72 und 3.53 pCt., beim Schweine aber und beim Elephanten steigert sich diese Menge auf 6.21, 6.43, 7.84, 8.20 und 12.01 pCt. Es scheint also diese Eigenthümlichkeit besonders den Pachydermen anzugehören, aber leider habe ich von diesen nur die Zähne der drei letztgenannten zur Untersuchung erhalten können, so interessant es mir gewesen wäre, solche bei mehreren Species zu verfolgen. Sie tritt nicht allein bei den Stosszähnen hervor, sondern auch, wie beim Schweine, an den andern Zähnen.

Bei allen diesen Zähnen, welche so bedeutende Mengen phosphorsaure Talkerde enthielten, war die Knochenerde normal, $\dot{C}a^{8}\ \ddot{P}^{3}$, und da wenig Kohlensäure gefunden wurde, erhellt deutlich aus diesen Ergebnissen, dass die Talkerde an Phosphorsäure gebunden ist, und nicht an Kohlensäure, wie ich schon oben ausgesprochen habe, indem die geringe Menge Kohlensäure in keinem Falle hinreichen würde, die Talkerde zu sättigen.

Ueber die physiologische Bedeutung dieser grossen Menge phosphorsaurer Talkerde in den Zähnen dieser Dickhäuter, weiss ich nicht wohl eine haltbare Vermuthung aufzustellen. Sie ist indessen keinenfalls zufällig und eben so wenig dem Knochensysteme gedachter Thiere überhaupt angehörig, wie die vorhergehenden Analysen von Knochen beweisen.

Es haben übrigens wenige Beobachter, ausser *Berzelius*, der phosphorsauren Talkerde in den Zähnen ihre Aufmerksamkeit zugewendet. Bloss *Morichini* gab für den Schmelz des Menschenzahnes 9 pCt. Talkerde an. Aber seine ganze Analyse giebt, auch abgesehen von den 30 pCt. organischer Substanz, so eigenthümliche Resultate, dass ich ihr sehr wenig Glauben schenken kann.

Pathologische Knochen.

Pathologische Knochen.

Von der Struktur und der mikroskopischen Beschaffenheit der meisten Knochen, deren Analysen hier folgen, habe ich schon oben gesprochen, weshalb ich mich jetzt begnügen werde, nur kurz hierauf hinzudeuten und auf die Abbildungen der Durchschnitte zu verweisen, wo solche gegeben sind.

Das Meiste, was ich von den Krankheitsverhältnissen der Individuen erfahren konnte, habe ich entweder ebenfalls schon oben angegeben, oder werde es hier thun. Aber diese Notizen sind nicht zahlreich. Diess ist indess nicht meine Schuld.

Dass ich die Knochen von Menschen, Säugethieren und Vögeln hier zusammengestellt habe, wird kaum einer Entschuldigung bedürfen.

R h a c h i t i s.*)

1

Ulna eines Kindes (von 5 — 6 Jahren?).

Ich erhielt Ulna und Radius ohne weitere Bezeichnuug. Beide waren stark gekrümmt, ein Theil der Markkänälchen bedeutend erweitert und seitlich in die Länge gezogen, während zwischen diesen noch vollkommen normale Kanälchen auftraten.

---

*) Der sehr geehrte und mir befreundete, gelehrte Uebersender dieses Knochens mag entschuldigen, dass ich Rhachitis angegeben habe und zugleich das Alter des Individuums rathweise beisetzte.

Die Knochenkörperchen waren dunkel, ihre Ausläufe deutlich sichtbar, und es war zwischen ihnen und denen gesunder Knochen kein Unterschied zu bemerken. Anschwellungen waren weder in der Nähe der Gelenke, noch im weitern Verlaufe des Knochens zu bemerken.

Es wurde erhalten:

Phosphorsaure Kalkerde m. etw. Fluorcalcium	47.83
Kohlensaure Kalkerde . . .	7.42
Phosphorsaure Talkerde . . .	1.23
Salze	1.82
Knorpelsubstanz	35.61
Fett	6.09
	100.00
Organische Substanz . . .	41.70
Anorganische Substanz . . .	58.30
	100.00

Mit Hinweglassung des Fettes ergibt sich:

Knorpelsubstanz . . .	37.91
Knochenerde	62.09
	100.00

Es konnten Spuren von schwefelsaurem Natron und schwefelsaurer Kalkerde nachgewiesen werden.

Osteomalacie.

2.

Tibia eines Weibes von 75 Jahren.

Dieses Knochens ist oben erwähnt, und ein Querschnitt desselben findet sich auf Tab. III. Fig. 9 in 180facher Vergrösserung.

Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	55.01
Kohlensaure Kalkerde	4.94
Phosphorsaure Talkerde	2.01
Salze	0.31
Knorpelsubstanz	29.17
Fett	8.56
	100.00

Organische Substanz	37.73
Anorganische Substanz	62.27
	100.00

Wird das Fett hinweggelassen, ergibt sich:

Knorpelsubstanz . .	31.92
Knochenerde . . .	68.08
	100.00

3.

Femur eines Weibes von 83 Jahren.

Auch dieses Knochens wurde schon oben erwähnt. Es findet sich auf Tab. III. Fig. 7 ein Querschnitt und Fig. 8 ein Längsschnitt bei 180facher Vergrösserung gezeichnet.

Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	46.79
Kohlensaure Kalkerde	6.37
Phosphorsaure Talkerde . . .	1.20
Salze	1.37
Knorpelsubstanz	30.99
Fett	13.28
	100.00

Organische Substanz . . .	44.27
Anorganische Substanz	55.73
	100.00

Mit Hinweglassung des Fettes:

Knorpelsubstanz . .	34.47
Knochenerde . .	65.53
	100.00

4.

Femur eines Mannes von 60 Jahren.

Ich habe diesen Knochen unter der Bezeichnung »Osteomalacie« erhalten, und es zeigten auch allerdings die Durchschnitte desselben eine stärkere und unregelmässige Erweiterung der Markkanälchen, obgleich die meisten Knochenkörperchen noch gefüllt erschienen, und auch die radienartigen Ausläufe an denselben ebenfalls zum grössten Theile sichtbar waren. Die ganze Masse des Knochens hatte nicht abgenommen, d. h. die

Knochenwände waren so stark, als wie bei gesunden Knochen, aber stark mit Fett durchdrungen. Aus diesen Gründen, und da die Analyse wirklich einen ziemlich geringen Gehalt an anorganischen Theilen ergab, habe ich dieselbe angereiht. Es scheint der vorliegende Fall ein geringer Grad von Osteomalacie gewesen zu seyn. Die Analyse ergab:

Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	53.25
Kohlensaure Kalkerde . . .	7.49
Phosphorsaure Talkerde . . .	1.22
Salze	1.35
Knorpelsubstanz	32.54
Fett	4.15
	100.00
Organische Substanz . . .	36.69
Anorganische Substanz . . .	63.31
	100.00
Mit Hinweglassung des Fettes:	
Knorpelsubstanz . . .	33.93
Knochenerde . . .	66.07
	100.00

Bei den zwei ersten der so eben angegebenen Fälle von Osteomalacie habe ich wieder Spuren von schwefelsaurer Kalkerde und schwefelsaurem Natron gefunden. Es war schon in der salzsauren Lösung der ungeglühten Knochen Schwefelsäure nachzuweisen, weshalb nicht anzunehmen ist, dass die schwefelsauren Salze durch Verbrennung des Schwefelgehaltes des Knorpels herzuleiten sind. In der zuletzt angegebenen Analyse fand ich keine Schwefelsäure, wohl aber, gegen gesunde Knochen gehalten, einen ziemlich starken Chlornatriumgehalt.

Knochenbrüchigkeit.

5.

Schon oben habe ich erwähnt, dass die mikroskopische Beobachtung und das äussere Ansehen der Knochen, die ich als Thieren angehörig, welche an dieser Krankheit gelitten hatten, erhielt, keinen Unterschied von gesunden Knochen er-

gaben. Auch die chemische Untersuchung ergab dieselben Resultate. Da es aber keinem Zweifel unterliegt, dass die untersuchten Knochen wirklich von knochenbrüchigen Individuen herrührten, führe ich die Ergebnisse der Analysen nichts desto weniger hier an.

Ergibt sich durch weitere Analysen mit anderen solchen Knochen ein gleiches Resultat, so erscheint dieses jedenfalls merkwürdiger, als wenn ein bedeutender Unterschied in der Zusammensetzung dieser Knochen gegen die von gesunden Thieren wäre gefunden worden. Die untersuchten Knochen gehörten einer $3\frac{1}{2}$jährigen Kuh an. Es wurde gefunden:

	Humerus.	Ulna.	Costae.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium . . .	58.49	57.12	48.32
Kohlensaure Kalkerde . .	8.71	7.99	7.79
Phosphorsaure Talkerde . .	0.82	0.82	0.90
Salze	0.88	0.84	0.81
Knorpelsubstanz . . .	30.20	32.43	40.77
Fett	0.90	0.80	1.41
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	31.10	33.23	42.18
Anorganische Substanz . .	68.90	66.77	57.82
	100.00	100.00	100.00

Es ist allerdings richtig, dass diese Knochen keinen bedeutenden Gehalt an anorganischer Substanz haben, aber die Differenz ist zu gering, um die grosse Zerbrechlichkeit der Knochen, welche bei den Thieren im lebenden Zustande stattfindet, zu bedingen.

Caries.

Handknochen eines Mannes.

6.

Auch dieses Knochens wurde schon oben erwähnt. Es wurde der Mittelhandknochen und eine Phalanx untersucht, nebst den Gelenkköpfen des Mittelhandknochens. Der Mittelhandknochen war scheinbar am stärksten angegriffen. Tab. III Fig. 10 zeigt einen Querdurchschnitt der Phalanx bei 180facher Vergrösserung.

	Mittelhand-knochen.	Gelenkköpfe desselben.	Phalanx.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium	49.77	31.36	49.36
Kohlensaure Kalkerde .	7.24	4.07	8.08
Phosphorsaure Talkerde	1.11	0.83	0.98
Salze	0.30	0.30	0.40
Knorpelsubstanz .	37.97	59.36	37.47
Fett	3.61	4.08	3.71
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	41.58	63.44	41.18
Anorganische Substanz	58.42	36.56	58.82
	100.00	100.00	100.00
Fettfrei berechnet, wird erhalten:			
Organische Substanz .	39.40	62.09	39.96
Anorganische Substanz	60.60	37.91	60.04
	100.00	100.00	100.00

Femur eines Mannes.

7.

Tab. III Fig. 1 zeigt ein Stück dieses Femur in natürlicher Grösse, Fig. 11 einen Querschnitt bei 180facher Vergrösserung. Es wurde ebenfalls schon oben von diesem Knochen gesprochen. Bei der folgenden Analyse sind I. die Auswucherungen, die sich an demselben befinden, II., die Masse des Knochens selbst.

	I.	II.
Phosphorsaure Kalkerde m. etwas Fluorcalcium	51.53	54.98
Kohlensaure Kalkerde . . .	5.44	5.97
Phosphorsaure Talkerde . . .	3.43	3.70
Salze	0.91	0.89
Knorpelsubstanz	35.69	31.44
Fett	3.00	3.02
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	38.69	34.46
Anorganische Substanz . . .	61.31	65.54
	100.00	100.00

Fettfrei berechnet:	I.	II.
Knorpelsubstanz	36.79	32.42
Knochenerde	63.21	67.58
	100.00	100.00

Gaumenbein eines Weibes.

8.

Bei einem 40jährigen Individuum war in Folge eines langwierigen syphilitischen Leidens, Caries eingetreten, und es wurde ein Stück des Os palatinum herausgenommen. Es war dasselbe stark zerfressen und Durchschnitte zur mikroskopischen Beobachtung zu schleifen war unmöglich. Sein Gewicht betrug 1.072 Grammen. Die Analyse ergab:

Phosphorsaure Kalkerde m. Fluorcalcium	45.14
Kohlensaure Kalkerde . .	5.03
Phosphorsaure Talkerde . .	2.40
Salze	0.82
Knorpelsubstanz . . .	42.34
Fett	4.27
	100.00
Organische Substanz . .	46.61
Anorganische Substanz . .	53.39
	100.00
Fettfrei berechnet:	
Knorpelsubstanz . . .	44.24
Knochenerde . . .	55.76
	100.00

Es wurde schwefelsaures Natron und schwefelsaure Kalkerde, doch in sehr geringer Quantität, gefunden.

Tibia eines Mannes von 25 Jahren.

9.

Das Stückchen, welches ich erhielt, war aus der Gelenkfläche genommen. Es war sehr zerfressen und sichtlich stark mit Fett durchdrungen. Ausser der sehr gedrängten Notiz: »Caries« war neben der Bezeichnung des Knochens Nichts weiter über den Verlauf der Krankheit zu erfahren. Die Analyse ergab:

Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	47.79
Kohlensaure Kalkerde	6.44
Phosphorsaure Talkerde . . .	1.30
Salze	2.00
Knorpelsubstanz	28.87
Fett	13.60
	100.00

Organische Substanz	42.47
Anorganische Substanz . . .	57.53
	100.00

Fettfrei berechnet, ergiebt sich:

Knorpelsubstanz	33.42
Knochenerde	66.58
	100.00

Unter den Salzen war eine ziemliche Quantität Chlornatrium mit einbegriffen. Von schwefelsauren Salzen war in der salzsauren Lösung nur eine geringe Spur.

Tarsus eines Mannes zwischen 40—50.

10.

Die ganze Fusswurzel stark cariös. Weitere Angaben fehlen.

Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	39.22
Kohlensaure Kalkerde . .	6.86
Phosphorsaure Talkerde . .	0.50
Salze	2.10
Knorpelsubstanz . . .	29.23
Fett	22.09
	100.00

Organische Substanz . . .	51.32
Anorganische Substanz . .	48.68
	100.00

Knorpelsubstanz . . .	37.52
Knochenerde	62.48
	100.00

Ausser wenigem kohlensauren Natron, bestanden die aus dem Glührückstande ausziehbaren Salze bloss aus Chlornatrium.

Os nasale eines 15jährigen Mädchens.

11.

Caries, nach Angabe des Arztes in Folge von Scropheln entstanden.

Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	45.77
Kohlensaure Kalkerde . .	3.77
Phosphorsaure Talkerde . .	1.45
Salze	1.10
Knorpelsubstanz . . .	38.62
Fett	9.29
	100.00
Organische Substanz . . .	47.91
Anorganische Substanz . .	52.09
	100.00
Knorpelsubstanz . .	— —
Knochenerde . . .	— —

Die in Wasser löslichen Salze bestanden wieder zum grössten Theile aus Chlornatrium, neben kohlensaurem Natron und Spuren von Schwefelsäure.

Vertebra lumbaris eines 40jährigen Weibes.

12.

Es war diess der einzige cariöse Knochen, den ich frisch von der Leiche erhalten habe, und in welcher noch die Ausfüllungsmasse der cariösen Höhle anwesend war. Es bestand dieselbe aus einer dicklichen röthlichgelben Substanz, welche verdicktem gutartigen Eiter ähnlich war. Sie konnte zum Theile leicht aus dem entzwei gesägten Knochen genommen werden, und es fand sich dabei, dass sie mit häutigen Fragmenten durchzogen war, von welchen einige noch fest an der inneren, durch Caries entstandenen Höhle des Knochens hafteten und mittelst der Scheere leicht von selben getrennt werden konnte. Es erwiesen sich diese häutigen Theile als Knochenknorpel, und waren mithin, wie ich glaube, die letzten Reste

des zerstörten Knochens. Die **Knorpelsubstanz** hat also der Zersetzung am längsten widerstanden, während die vorher mit ihr vereinigte Knochenerde durch den Krankheitsprozess aufgelöst wurde.

Was ohne Hülfe der Scheere aus der pathologischen Höhle genommen werden konnte, wurde für sich untersucht. Es wurden so nahe an 1.700 Grammen erhalten.

Durch Behandlung mit Salpeterwasser und Filtriren konnte deutlich eiweissartige Substanz nachgewiesen werden.

Eben so fand ich deutliche Anzeichen von Milchsäure, oder vielmehr von milchsauren Salzen, denn es war, wie die vollkommen neutrale Reaction der Substanz zeigte, keine **freie** Säure vorhanden.

Durch verschiedene Behandlungsweisen, des in einzelnen Parthien getheilten Materiales, wurde, für 100.0 berechnet, erhalten:

Feste Substanz . . .	18.7
Wasser und flüchtige Theile .	81.3
	100.0

Der feste Rückstand gab:

Eiweissartige Substanz . .	19.7
Alkoholextract und milchsaure Salze	0.9
Wasserextract . . .	2.4
Häutige Knorpelsubstanz . .	51.0
Fett	7.2
Feuerbeständige Salze . .	18.8
	100.0

Die feuerbeständigen Salze bestanden aus:

Phosphorsaurer Kalkerde . .	90.0
Chlornatrium . . .	3.1
Schwefelsaurem, kohlensaurem, phosphorsaurem Alkali, Talkerde und Spur von Eisen . . .	6.9
	100.0

Von der Knorpelsubstanz war zu wenig vorhanden, um eine Elementaranalyse mit derselben vornehmen zu können. Es

wurde dieselbe unter Zusatz von etwas Kali mit Salpeterlösung behandelt, und nach öfterer Erneuerung der Flüssigkeit und dem Auswaschen der zurückbleibenden Häute, solche mit Aether und Alkohol ausgekocht. Als hierauf mit Wasser 48 Stunden gekocht worden war, hatten sich dieselben fast gänzlich gelöst. Die Lösung gab mit allen Reagentien auf Leim reichliche Niederschläge, aber es wurden auch durch Essigsäure und Alaunlösung Trübungen erhalten, welche sich in überschüssigem Zusatze der Reagentien nicht wieder lösten; es war also neben dem Glutin auch Chondrin anwesend.

Die Masse des Knochens selbst in der Nähe der cariösen Höhle enthielt:

Phosphorsaure Kalkerde m. etwas Fluorcalcium	44.05
Kohlensaure Kalkerde . . .	3.45
Phosphorsaure Talkerde . . .	1.02
Salze	1.70
Knorpelsubstanz . . .	41.42
Fett	8.36
	100.00
Organische Substanz . . .	49.78
Anorganische Substanz . . .	50.22
	100.00
Fettfrei berechnet:	
Knorpelsubstanz . . .	45.19
Knochenerde	54.81
	100.00

A n c h y l o s i s.

13.

Das Ellbogengelenk eines erwachsenen Individuums, über welches übrigens nichts weiter in Erfahrung gebracht werden konnte, war vollkommen verwachsen, so dass im lebenden Zustande auf keinen Fall der Vorderarm gebogen werden konnte. Angeblich war diese Verwachsung durch Caries entstanden.

Ein in der Richtung der Gelenkfläche geführter Durchschnitt zeigte jedoch keine Caries. Es wurde I. die verwachsene

Stelle, II. die spongiöse Substanz vom Gelenkkopfe des Humerus untersucht.

	I.	II.
Phosphorsaure Kalkerde mit etwas Fluorcalcium . . .	56.51	56.64
Kohlensaure Kalkerde . . .	7.83	7.64
Phosphorsaure Talkerde . .	1.10	1.11
Salze	0.70	0.70
Knorpelsubstanz	32.86	32.81
Fett	1.00	1.10
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	33.86	33.91
Anorganische Substanz . .	66.14	66.09
	100.00	100.00

Necrose.

14.

Phalanx eines Mannes zwischen 40 — 50 Jahren.
Aus einem Panaritium ausgestossen.

Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium . .	72.63
Kohlensaure Kalkerde	4.03
Phosphorsaure Talkerde	1.93
Salze	0.61
Knorpelsubstanz	19.58
Fett	1.22
	100.00
Organische Substanz	20.80
Anorganische Substanz	79.20
	100.00

Diese geringe Menge organischer Substanz blieb sich in andern necrotischen Knochen nicht gleich. Ich hatte noch Gelegenheit, Knochenstückchen zu untersuchen, welche in zwei verschiedenen Fällen während der langwierigen Heilung von Knochenbrüchen ausgestossen wurden, I. von einer 60jährigen Frau, II. von einem etwa 50jährigen Manne. Es waren aber selbe so klein, dass eine vollständig durchgeführte Analyse kein

genaues Resultat versprach, weshalb sie nur auf den Gehalt an Knorpelsubstanz und Knochenerde untersucht wurde. Ich erhielt:

	I.	II.
Organische Substanz .	37.87	31.58
Anorganische Substanz	60.77	67.33
Fett . . .	1.36	1.09
	100.00	100.00

E x o s t o s e
am Humerus eines Huhnes.
15.

Ich habe des einzigen Falles, in welchem ich eine Exostose erhalten konnte, schon oben erwähnt, und es sind auf Tab. III Fig. 12 und 13 Durchschnitte, sowohl der pathologischen Auswucherung, als auch des Knochens selbst bei 180facher Vergrösserung gegeben. Zur Vergleichung wurde U l n a und R a d i u s von demselben Flügel des Thieres untersucht. I. Die E x o s t o s e. II. U l n a und R a d i u s zusammen.

	I.	II.
Phosphorsaure Kalkerde m. Fluorcalcium	47.99	60.95
Kohlensaure Kalkerde . .	1.00	2.84
Phosphorsaure Talkerde . .	1.55	1.39
Salze	0.91	0.93
Knorpelsubstanz . . .	45.74	32.88
Fett	2.81	1.01
	100.00	100.00
Organische Substanz . . .	48.55	33.89
Anorganische Substanz . .	51.45	66.11
	100.00	100.00

A c c i d e n t e l l g e b i l d e t e r Z a h n
am Hinterschädel eines Pferdes.
16.

Dieser pathologischen Bildung wurde ebenfalls schon oben erwähnt, weshalb hier bloss die Resultate der Analyse angeführt werden. Es wurde, da eine Trennung des Zahnknochens,

des eingewachsenen Schmelzes und der Rindensubstanz unmöglich erschien, die ganze Substanz zusammen analysirt, und schon hieraus ergiebt sich, dass nicht nur die Struktur des Präparates, sondern auch seine Bestandtheile, denen der wirklichen Zähne sehr nahe, oder gleichkommen. Es wurde erhalten:

Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	73.04
Kohlensaure Kalkerde . . .	4.11
Phosphorsaure Talkerde . .	3.03
Salze	0.85
Knorpelsubstanz	18.15
Fett	0.82
	100.00
Organische Substanz . . .	18.97
Anorganische Substanz . . .	81.03
	100.00

Verkümmerung des Knochens. (Atrophie?)

17.

Bei einem erwachsenen, scheinbar gesunden Kaninchen, männlichen Geschlechtes, wurde Ulna und Radius der linken Seite in einen Knochen verschmolzen gefunden. Dabei war der Knochen dünner und kürzer, als die gesunde Ulna der rechten Seite. Es wurde zur Vergleichung II. der Humerus des linken Fusses und III. das Femur derselben Seite untersucht. I. ist der verkümmerte Knochen.

	I.	II.	III.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium .	56.28	60.53	60.48
Kohlensaure Kalkerde .	6.52	10.02	10.37
Phosphorsaure Talkerde	0.92	1.27	1.26
Salze	1.04	1.03	1.10
Knorpelsubstanz . .	34.01	26.04	24.87
Fett	1.23	1.11	1.92
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz .	35.24	27.15	26.79
Anorganische Substanz	64.76	72.85	73.21
	100.00	100.00	100.00

C a l l u s.

18.

Da diese Callusmassen sämmtlich schon oben beschrieben wurden, folgen hier bloss die Ergebnisse der Analysen.

Grosse Callusmassen am Femur von *Lepus timidus*.
(Tab. III. Fig. 2.)

	I.	II.	III.
Phosphorsaure Kalkerde m. Fluorcalcium	32.62	38.69	59.32
Kohlensaure Kalkerde . .	1.01	1.70	1.89
Phosphorsaure Talkerde . .	1.13	1.15	1.80
Salze	1.79	1.99	1.00
Knorpelsubstanz . . .	61.41	54.47	33.26
Fett	2.04	2.00	2.73
	100.00	100.00	100.00
Organische Substanz . .	63.45	56.47	35.99
Anorganische Substanz . .	36.55	43.53	64.01
	100.00	100.00	100.00

I. und II. sind einzelne Partieen der Callusmasse von verschiedenen Stellen derselben, aber gleich weit von Knochen, genommen. Die in Wasser löslichen Salze der geglühten Substanz waren dieselben, wie beim gesunden Knochen. III. ist ein Stück des gebrochenen Femur, hervorstehend aus der Callusmasse. Auffallend ist hier die verhältnissmässig geringe Menge von anorganischer Substanz gegen jene, welche die Knochen der Familie *Lepus* überhaupt zeigen. Ich habe keine andere Röhrenknochen dieses Individuums untersuchen können.

Callus der Tibia von *Lepus Cuniculus*.

19.

Altes Thier. Tab. III. Fig. 6. Querschnitt 180fach vergrössert.

Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	36.83
Kohlensaure Kalkerde . .	10.84
Phosphorsaure Talkerde . .	2.06
Salze	1.04

Knorpelsubstanz . . .	46.78
Fett	1.45
	100.00
Organische Substanz . .	48.23
Anorganische Substanz . .	51.77
	100.00

Callus der Rippe von *Equus caballus.*

20.

Tab. III. Fig. 5, und Tab. V. Fig. 8.

I. Callusmasse. II. Gesunder Knochen der männlichen Rippe.

	I.	II.
Phosphors. Kalkerde m. Fluorcalcium	43.90	52.24
Kohlensaure Kalkerde . .	5.69	10.74
Phosphorsaure Talkerde . .	1.20	1.08
Salze	0.74	1.03
Knorpelsubstanz . . .	46.97	33.95
Fett	1.50	0.96
	100.00	100.00
Organische Substanz . .	48.47	34.91
Anorganische Substanz . .	51.53	65.09
	100.00	100.00

Callusmasse der Ulna von *Oriolus galbula.*

21.

Es war zu wenig Substanz vorhanden, um eine vollständige Analyse mit Erfolg durchführen zu können, weshalb blos der Gehalt an organischer und anorganischer Substanz angegeben wurde, zusammengestellt mit dem des Femur und Humerus desselben Thieres, von welchen die vollständigen Analysen oben angeführt sind.

	Callus.	Femur.	Humerus.
Organische Substanz .	48.79	29.91	24.00
Anorganische Substanz .	51.21	70.09	76.00
	100.00	100.00	100.00

Ueber die Bestandtheile der von mir analysirten pathologischen Knochen habe ich noch Folgendes zu bemerken. Die phosphorsaure Kalkerde habe ich jedesmal $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}^{8}\ \ddot{\mathrm{P}}^{3}$, wie in den gesunden Knochen auch, zusammengesetzt gefunden. Eben so waren, wenn es nicht besonders bemerkt wurde, die durch Wasser ausziehbaren Salze dieselben der gesunden Knochen.

Es war nicht wohl thunlich, alle pathalogischen Knochen für sich auf Fluor zu untersuchen. Aber doch fast von allen einzelnen Knochenkrankheiten, die ich untersuchte, standen mir von ein oder der andern Partie so grosse Mengen zu Gebot, dass wenigstens eine kleine Probe vorgenommen werden konnte. Da ich nun hier, so wie überhaupt bei allen Knochen, die ich auf Fluor untersuchte, Spuren dieses Körpers fand, habe ich keinen Anstand genommen, solches auch da anzunehmen, wo nicht speciell darauf untersucht werden konnte.

In Betreff des Verhaltens der Knorpelsubstanz der pathologischen Knochen werden weiter unten einige ausführlichere Versuche angegeben werden; hier werde ich mich bei der Uebersicht der Resultate blos begnügen anzugeben, ob durch Kochen mit Wasser Glutin oder Chondrin erhalten wurde.

Ich werde jetzt die ziemlich zahlreichen Analysen anführen, die bereits von andern Beobachtern über pathologische Knochen bekannt gemacht worden sind, und zugleich die Schlüsse, die aus denselben zu ziehen sind.

Zuerst will ich der Arbeit von *Nasse* *) erwähnen, obgleich *Nasse* eigentlich keine krankhaften Knochen untersuchte. Aber viele derselben haben eine so annormale Zusammensetzung, dass es deutlich ersichtlich, wie durch die Krankheit des Individuums auch die Bestandtheile der Knochen verändert wurden.

Nasse untersuchte Knochen, welche folgenden Individuen angehörten.

1. Ein 18jähriger Jüngling mit vereiterten Lungentuberkeln und Wasserkopf.

   Die Rippen platt und fest.

*) Journ. f. p. Chemie, B. 27. p. 274.

II. Eine 50jährige Frau, die früher sehr stark an Rhachitis gelitten hatte, mit Geschwüren des Dickdarmes und einem sechswöchentlichen mässigen Durchfalle.

Die Rippen waren hart, dick und verbogen.

III. Ein 49jähriger Mann, mit Markschwamm des Magens, sehr abgemagert.

Die Rippen leicht und sehr zerbrechlich.

IV. Ein 70jähriger Mann, starker Branntweintrinker und sehr schlecht genährt.

Die Rippen leicht und sehr zerbrechlich.

V. Ein 40jähriger Mann, seit 2 Jahren kränklich, sehr mager, mit Geschwüren des Darmkanals und Durchfall, ohne Lungentuberkeln.

VI. Ein 17jähriger kleiner magerer Knabe, früher scrofulös, dann epileptisch und zuletzt schlafsüchtig, mit Lähmung der Harnblase. Im Gehirn wenige Verhärtung, in der Lunge Brand und wenige Tuberkeln.

Die Rippen fein, dünn, leicht, eleptisch.

VII. Ein 50jähriger Mann mit Herzfehler und Wassersucht. Er starb plötzlich und war deshalb nicht sehr abgemagert.

Die Rippen waren fest.

VIII. Ein 16jähriger Knabe, sehr abgemagert und mit Lungentuberkeln.

Die Rippen sehr mit Feuchtigkeit durchdrungen, so dass das Periosteum sich vollkommen leicht abziehen liess.

IX. Ein 19jähriger Jüngling mit erweichten Lungentuberkeln, ziemlich wohl genährt, und erst seit einigen Wochen am hektischen Fieber leidend.

Die Rippen sehr fest.

X. Ein 36jähriger kräftiger Mann, ziemlich viel Branntwein trinkend, sehr abgemagert, an einer rasch entwickelten Lungenschwindsucht gestorben.

Die Rippen waren platt und ziemlich fein.

XI. Ein 30jähriger Mann mit chronischem Gehirnleiden an Lungenentzündung und Lungenlähmung, nicht abgemagert.

Die Rippen hart und dick.

XII. Eine 24jährige Frau mit Phlebitis und eiterigem Erguss im Herzbeutel. Es war dieselbe 8 Wochen vor dem Tode entbunden worden.

Die Rippen fein gebaut.

XIII. Ein 21jähriger Jüngling mit allgemeiner chronischer Wassersucht in Folge von Pleuritis.

Die Rippen dünn, leicht, blutreich, fettig.

XIV. Ein 48jähriger sehr fetter Mann, dem Branntwein in einem sehr hohen Grade ergeben, plötzlich appoplektisch geworden.

XV. Ein 25jähriger magerer Mann mit Hirnwassersucht und einem kleinen Abscesse im Gehirn.

Die Rippen waren platt, hart, blutleer.

Die Ergebnisse der Analysen waren folgende:

	I.	II.	III.
Fett	2.17	14.35	2.78
Gallerte (Eiweiss, Faserstoff) .	52.10	37.17	39.33
Phosphorsaurer Kalk . .	35.96	39.53	48.70
Kohlensaurer Kalk . .	8.15	6.34	6.67
In Wasser lösliche Salze .	0.60	0.43	0.59
Kohlensaure Kalkerde	1.02 (Kohlensaure Kalkerde und Verlust zusammen)	0.23	0.28
Verlust . . .		1.95	1.65

	IV.	V.	VI.
Fett	34.70	2.39	9.38
Gallerte (Eiweiss, Faserstoff) .	31.36	44.02	42.02
Phosphorsaurer Kalk . .	27.84	37.39	43.69
Kohlensaurer Kalk . .	5.22	13.08	2.79
In Wasser lösliche Salze .	0.60	0.61	0.56
Kohlensaure Magnesia .	0.28	2.51 (Kohlensaure Magnesia und Verlust zusammen)	0.21
Verlust . . .	0.00		1.35

	VII.	VIII.	IX.
Fett	14.46	2.78	3.75
Gallerte (Eiweiss, Faserstoff) .	37.56	41.77	41.02
Phosphorsaurer Kalk . .	40.74	47.93	44.21
Kohlensaurer Kalk . .	6.11	6.52	10.37
In Wasser lösliche Salze .	0.49	0.54	0.47
Kohlensaure Magnesia . .	0.35	0.36 (Kohlensaure Magnesia und Verlust zusammen)	0.18
Verlust . . .	0.29		0.00

	X.	XI.	XII.
Fett	2.27	6.82	50.57
Gallerte (Eiweiss, Faserstoff) .	44.96	40.56	
Phosphorsaurer Kalk . .	43.85	45.44	36.41
Kohlensaurer Kalk . .	7.11	5.58	12.44
In Wasser lösliche Salze .	0.58	0.52	0.48
Kohlensaure Magnesia	1.23	1.08	0.10
Verlust . .			0.00

	XIII.	XIV.	XV.
Fett	14.37	11.63	45.19
Gallerte (Eiweiss, Faserstoff) .	37.48	44.93	
Phosphorsaurer Kalk . .	5.96	4.71	7.07
Kohlensaurer Kalk . .	41.10	37.33	45.85
In Wasser lösliche Salze .	0.50	0.46	0.44
Kohlensaure Magnesia . .	0.04	0.08	0.22
Verlust . . .	0.55	0.86	1.23

Nasse hat bei diesen Versuchen die Knochen getrocknet, und es sind die Verhältnisse auf die getrockneten Knochen berechnet. Es wurden indess dieselben bloss bei der Hitze des kochenden Wassers getrocknet, und deshalb ist im Allgemeinen der Gehalt an organischer Substanz etwas zu hoch ausgefallen, was noch augenfälliger wird, wenn man bei jenen Knochen, die sehr viel Fett enthalten, mit Hinweglassung des Fettes den Gehalt an organischer und anorganischer Substanz überhaupt berechnet.

Die Knochen verloren beim Trocknen im Mittel 42.8 pCt. Ferner ergab sich aus dem Wassergehalte der einzelnen Knochen, dass derselbe mit der Härte der Knochen in keinem Verhältnisse steht. Eben so wenig fand er in der Wassersucht mehr Wasser in den Knochen.

Trotz dem aber, dass, wie ich glaube, *Nasse* durchgängig etwas organische Substanz mehr gefunden hat, (50 pCt. im Mittel) als wirklich vorhanden, sind doch jedenfalls seine Resultate relativ richtig, und geben sehr interessante Aufschlüsse über die Veränderungen der Knochen in verschiedenen pathologischen Zuständen, worauf, so viel mir wenigstens bekannt ist, bisher nur wenig Rücksicht

genommen wurde. — Sehr auffallend ist die Verminderung der anorganischen Substanz der Knochen bei Branntweintrinkern. Zugleich nimmt hier mit der organischen Substanz auch das Fett zu, und das zwar in sehr bedeutender Menge. *Nasse* sagt, dass die Verminderung der Gallerte jedesmal mit einer Vermehrung des Fettgehaltes zusammen fiele, *Lehmann**) bemerkt hiezu, dass bei Rarefaction des Knochens überhaupt eine Fettzunahme stattfinde, indem, wo im Organismus ein hohler Raum entstände, sich dieser mit Fett ausfülle. Diess ist auch richtig, und *Lehmann* führt die Knochen bei Osteomalacie hierzu als Beweis an, denn wenn man die Menge des Fettes bei diesen Knochen hinweglässt und auf Procente berechnet, ergibt sich stets ein, im Verhältniss gegen gesunde Knochen genommen, grösserer Gehalt an Knorpelsubstanz.

Auch bei Wassersucht hat *Nasse* einen bedeutend grösseren Fettgehalt gefunden. Er fand dieses Fett phosphorhaltig. Bei Schwindsüchtigen fand er am wenigsten Fett, und überhaupt mehr anorganische Bestandtheile.

*Simon***) hat die Analysen *Nasse's* fettfrei, auf den Gehalt an organischer und anorganischer Substanz berechnet.

Man erhält auf diese Weise:

	Anorganische Substanz.	Organische Substanz.
I.	46.75	53.25
II.	56.61	43.39
III.	59.51	40.49
IV.	51.98	48.02
V.	54.67	45.33
VI.	53.40	46.60
VII.	56.09	43.91
VIII.	57.04	42.96
IX.	57.38	42.62
X.	54.00	46.00

*) Jahrbücher der gesammten Medicin von C. C. Schmidt. B. 38 p. 279. 1843.

**) Beiträge zur physiolog. u. patholog. Chemie u. s. w., von F. Simon, B. I. pag. 241.

	Anorganische Substanz.	Organische Substanz.
XI.	56.48	43.52
XII.	49.43	50.57
XIII.	56.35	43.65
XIV.	49.05	50.95
XV.	54.81	45.19

Auch das Verhältniss des kohlensauren Kalkes zum phosphorsauren hat *Simon* berechnet und gefunden für 100.0 Kalksalze überhaupt kohlensauren Kalk:

I.	18.4	pCt.	IX.	19.0	pCt.
II.	13.8	—	X.	13.9	—
III.	12.4	—	XI.	10.9	—
IV.	15.8	—	XII.	25.4	—
V.	25.8	—	XIII.	12.6	—
VI.	6.0	—	XIV.	11.2	—
VII.	12.8	—	XV.	13.3	—
VIII.	11.9	—			

Die Talkerde hat *Nasse* als kohlensauer in Rechnung gebracht, hat aber im Durchschnitte wenig gefunden.

Die in Wasser löslichen Salze fand *Nasse* im Mittel zu 52.0 pCt., wobei aber das Fett nicht hinweg gerechnet wurde. Er fand dieselben, bestehend aus:

Kohlensaurem Natron .	25.3
Chlornatrium . .	13.4
Phosphorsaurem Natron	10.1
Schwefelsaurem Natron	03.2
	52.0

Das kohlensaure Natron betrachtet er als aus milchsaurem entstanden. Er bemerkt, dass diese Zusammensetzung nicht jener der Salze des Blutes entspricht, besonders enthält das Blut im Verhältniss mehr Kochsalz.

Von dieser Arbeit gehe ich zu den Untersuchungen eigentlicher pathologischer Knochen über.

Rhachitis.

Vollständige Analysen von rhachitischen Knochen sind einige vorhanden.

*Marchand**) fand in denselben:

	Rückenwirbel.	Radius.
Knorpel	75.22	71.26
Fett	6.12	7.50
Phosphorsaure Kalkerde .	12.56	15.11
Phosphorsaure Talkerde . .	0.92	0.78
Kohlensaure Kalkerde . .	3.20	3.15
Schwefelsaure Kalkerde, Schwefelsaures Natron .	0.98	1.00
Fluorcalcium, Chlornatrium, Eisen, Verlust . . .	1.00	1.20
	100.00	100.00

	Femur.	Sternum.
Knorpel	72.20	61.20
Fett	7.20	9.34
Phosphorsaure Kalkerde . .	14.78	21.35
Phosphorsaure Talkerde . .	0.80	0.72
Kohlensaure Kalkerde . .	3.00	3.70
Schwefelsaure Kalkerde, Schwefelsaures Natron .	1.02	1.68
Fluorcalcium, Chlornatrium, Eisen, Verlust . . .	1.00	2.01
	100.00	100.00

Die Knochen waren von einem Kinde, und wurden gleich nach dem Tode zur Analyse verwendet.

Der Knochenknorpel gab weder Leim, noch Chondrin.

Der Harn desselben Kindes, welchen *Marchand* kurz vor dem Tode desselben untersuchte, enthielt eine grosse Menge phosphorsaurer Salze, und 5 — 6 mal mehr, als im normalen Zustande. Dabei fand *Marchand* die vierfache Menge Milchsäure im Harne, als gewöhnlich, und schliesst, dass durch irgend einen Umstand

*) Journal f. p. Chemie, B. XXVII. p. 92. 1842.

sich diese Säure im Körper vermehrt habe, mehr Knochenerde aufgelöst habe, als sonst geschieht und gewöhnlich durch den Harn entfernt wird, und dass, während nicht durch den Stoffwechsel wieder so viel Knochenerde zugeführt werden könne, auf solche Weise das bedeutende Uebergewicht der Knorpelsubstanz entstanden, und hiedurch die Krankheit bedingt sey. Diese Behauptung gewinnt noch dadurch an Wahrscheinlichkeit, dass besonders Kinder an Rhachitis leiden, welche sehr lange Muttermilch trinken.

Marchand macht darauf aufmerksam, dass durch zweckmässige Diät dem Uebel am leichtesten zu steuern sein würde, indem man keine Nahrungsmittel reichen sollte, die Milchsäure zu erzeugen im Stande sind, wie Milch selbst, oder Stärke, Gummi und Zuckerhaltige Substanzen, sondern solche, die phosphorsaure Kalkerde enthalten.

Lehmann *) hat die Tibia von drei rhachitischen Kindern untersucht. Er fand:

	I.	II.	III.
Knorpelmasse . .	54.14	60.14	58.77
Fett	5.84	6.22	6.94
Phosphorsaurer Kalk . .	32.04	26.94	28.13
Kohlensaurer Kalk . .	4.91	4.88	3.75
Phosphorsaure Talkerde .	0.98	0.81	0.87
Kochsalz . . .	0.21	0.27	0.28
Natron . . .	0.54	0.81	0.73
Verlust . . .	0.54	0.99	0.53

Die gefundenen Mengen schwefelsauren Kalkes und schwefelsauren Natrons berechnete er als kohlensauren Kalk und als reines Natron.

Davy fand folgende Mengen von anorganischer Substanz in rhachitischen Knochen:

Femur . .	37.8
Processus spinosus .	40.7
Rippe . .	40.8

*) Jahrbücher der gesammten Medicin von C. Ch. Schmidt, B. 38. p. 280. 1843.

Tibia	. .	26.0
Scheitelbein	. .	27.1

Ephraim fand

Organische Substanz	64.271
Anorganische Substanz	35.729

Diese bestanden aus 31.289 phosphorsaurer Erden, 4.017 kohlensaurem Kalke und 0.423 löslichen Salzen.

Auch *Ragsky* hat rhachitische Knochen untersucht. Ein Schulterblatt und einen Humerus.

Er erhielt:

Phosphorsaure Kalk- und Talkerde .	15.60
Kohlensaure Kalkerde . . .	2.66
In Wasser lösliche Salze . . .	0.62
Knorpel, Gefässe und Fett	81.12
	100.00

Wenn man diese Resultate übersieht, so bemerkt man sogleich, dass in Betreff des Gehaltes an organischer Substanz bedeutende Unterschiede herrschen, während sich der Fettgehalt so ziemlich gleich bleibt.

Da bei *Ragsky's* Analyse Fett und Knorpel zusammen berechnet ist, so findet sich daselbst die grösste Menge von organischer Substanz, es ist aber zu vermuthen, dass der eigentliche Gehalt an Knorpel mit den mittleren von *Marchand* erhaltenen Resultaten zusammentrifft, wenn man nämlich einen Fettgehalt von etwa 7.0 pCt. annimmt.

Offenbar sind diese verschiedenen Resultate durch das mehr oder weniger Vorwärtsgeschrittensein der Krankheit bedingt. Die Knochen, welche ich analysirt habe, scheinen noch am wenigsten angegriffen, trotz dem, dass sie stark gekrümmt waren, und auch die mikroskopische Struktur bedeutende Abweichungen gegen gesunde Knochen zeigte. Die drei, von *Lehmann* untersuchten Fälle stehen in der Mitte.

Auffallend ist das Verhalten der Knorpelsubstanz dieser Knochen.

Marchand konnte weder Glutin noch Chondrin erhalten. *Lehmann* giebt an, dass er durch längeres Kochen Chondrin

erhalten habe. Es wäre also die Glutin gebende Substanz in Chondrin gebende verwandelt worden.

Ragsky erhielt durch Kochen der von ihm untersuchten Knochen eine schwach gelatinirende Flüssigkeit, die alle Reactionen des Glutin zeigte. Die Knochen, die ich untersucht habe, gaben Glutin. Ich kochte den durch Ausziehen mit verdünnter Säure erhaltenen Knorpel, nach dem hinlänglichen Auswaschen, mit Wasser, und prüfte denselben von drei zu drei Stunden mit Reagentien, aber auch durch 56 Stunden langes Kochen konnte weder mit Essigsäure noch mit Alaunlösung eine Trübung erhalten werden, wohl aber schon in der ersten Stunde alle Reactionen auf Glutin, mit Ausnahme des Niederschlages, der in Glutinlösungen mit Chromsäure hervorgebracht wird. Eine Veränderung der Knorpelsubstanz scheint übrigens hierdurch angedeutet, denn es reicht sonst schon ein einstündiges Kochen des Knorpels hin, um mit Chromsäure Trübung oder Niederschlag zu erhalten. Ich werde weiter unten beim Knochenknorpel ausführlicher dieser Reactionen erwähnen.

Marchand's Vermuthung, nach welcher Rhachitis durch vermehrte Milchsäurebildung im Organismus hervorgerufen wird, erscheint mir sehr statthaft, und schon wegen der von ihm im Haare gefundenen grossen Menge von Milchsäure und Kalkerde annehmbar, indessen habe ich in den von mir untersuchten rhachitischen Knochen keine Milchsäure finden können.

Osteomalacie.

Es sind über solche Knochen mehrere Untersuchungen vorhanden. *Bostock* fand in denselben:

	Rückwirbel.
Phosphorsaure Kalkerde	13.60
Phosphorsaure Talkerde	0.82
Kohlensaure Kalkerde	1.13
Schwefelsaure Kalkerde u. phosphorsaures Natron	4.70
Knorpel	79.75

Prösch fand:

	Rückenwirbel.	Rippen.
Phosphorsaure Kalkerde . .	13.25	33.60
Kohlensaure Kalkerde . .	5.95	4.60
Schwefelsaure Kalkerde und phosphorsaures Natron . . .	0.90	0.40
Knorpel	74.64	49.77
Fett	5.26	11.63
	100.00	100.00

Ragsky hat ebenfalls solche Knochen untersucht. Er fand:

	Rippe.
Phosphorsaure Kalkerde und Talkerde .	17.48
Kohlensaure Kalkerde und Salze .	6.32
Knorpel, Gefässe, Fett . . .	76.20
	100.00

Eine Analyse von *Bogner**), der die Knochen eines 32jährigen Mannes untersuchte, ergab:

	Schädel.	Radius.	Femur.	Patella.
Phosphorsaure Kalkerde	26.92	28.11	23.50	23.23
Kohlensaure Kalkerde	0.98	1.07	0.97	0.94
Phosphorsaure Talkerde	5.40	6.35	5.07	5.03
Knorpel und Gefässe	65.85	63.42	69.77	70.60
Natron, Eisen, Verlust	0.85	1.05	0.69	0.64
	100.00	100.00	100.00	— —

In fettfreien osteomalacischen Knochen fand *Lehmann***)

	I.	II.	III.
Phosphorsaure Kalkerde .	36.863	31.718	35.871
Andere Salze . .	4.968	7.913	5.684
Knorpel . . .	58.169	60.369	58.445
	100.000	100.000	100.000

---

*) Valentins Repertorium 1842. p. 394.

**) Jahrbücher für die gesammte Medicin von C. Ch. Schmidt. B. 38. p. 280. 1843.

In anderen Knochen von zwei 40jährigen, mit Osteomalacie behafteten, fand derselbe Beobachter:

	I.		II.	
	Femur.	Costa.	Femur.	Costa.
Phosphorsaure Kalkerde	17.56	21.02	18.83	19.14
Kohlensaure Kalkerde	3.04	3.27	3.83	4.08
Phosphorsaure Talkerde	0.23	0.44	0.54	0.60
Lösliche Salze .	0.37	0.63	0.43	0.41
Knorpel . .	48.83	50.48	41.54	42.43
Fett . . .	29.18	23.13	34.15	32.65
Verlust . .	0.59	1.03	0.68	0.69

Fettfrei berechnet:

	I.		II.	
Organische Substanz	68.96	65.67	63.08	63.00
Anorganische Substanz	31.04	34.33	36.92	37.00
	100.00	100.00	100.00	100.00

Wie oben bei Rhachitis, so sind jedenfalls hier bei Osteomalacie die verschiedenen Analysen der krankhaften Knochen mit solchen ausgeführt worden, bei denen die Krankheit schon mehr oder weniger vorwärts geschritten war.

Lehmann bemerkt, (a. a. O.) dass die Knochen überhaupt abnehmen, und dass ihr ganzes Gewebe vermindert wird, dass aber verhältnissmässig die anorganische Substanz mehr verschwindet, als die organische. Diess beweist sowohl die ausserordentliche Dünne mancher dieser Knochen, als auch andererseits die geringe Menge von Erdsalzen, die bei *Lehmann's* Analyse zum Beispiel quantitativ fast nicht mehr betragen, als bei gesunden Knochen die Knorpelsubstanz.

Indessen scheint die Resorbirung des Knochens sich bisweilen auch gleichzeitig über Knorpel und Knochenerde zu erstrecken, denn bei dem Femur der Frau von 75 Jahren, welches ich untersuchte, zeigte schon die ausserordentliche Dünne des Knochens, dass sich die Krankheit in einem hohen Stadium befand, aber dennoch ergiebt das Resultat der Analyse, wenn das Fett hinweggerechnet wird, das Verhältniss von Knorpel

und Knochenerde, 31.92 zu 68.08, nur wenig von dem unterschieden, was gesunde Knochen zeigen.

Ein vergrösserter Fettgehalt findet sich bei Osteomalacie stets, und bisweilen in ausserordentlichem Maasstabe.

Durch Kochen von osteomalacischen Knochen erhielt *Ragsky* eine trübe, schwach gelatinirende Flüssigkeit, welche Reaction auf Glutin, nicht aber auf Chondrin zeigte. Ich erhielt von allen solchen Knochen auch durch 56stündiges Kochen keine am Chondrin bezügliche Reaction, wohl aber ebenfalls schon in den ersten Stunden deutlich das Verhalten einer Glutinlösung.

A r t h r i t i s.

Ich habe keine Gelegenheit gehabt, arthritische Knochen zu untersuchen, aber ich will einige Analysen von andern Beobachtern anführen, und eben so einige Untersuchungen der Concretionen, welche sich bei dieser Krankheit an den Knochen, und besonders an den Gelenken absetzen.

*Marchand**) untersuchte ein Femur, welches im Kniegelenke starke Tophen zeigte, und die Vorderarmknochen desselben Individuums, welche anscheinend gesund waren und ferner die Tophen selbst. Er fand in den Knochen:

	Oberschenkelknochen.	Vorderarmknochen.
Phosphorsaure Kalkerde .	42.12	43.18
Kohlensaure Kalkerde . .	8.24	8.50
Phosphorsaure Talkerde . .	1.01	0.99
Thierische Substanz . .	46.32	45.96
Fluorcalcium, Natron, Chlornatrium, Verlust . .	2.31	1.37
	100.00	100.00

In der Concretion fand *Marchand*

Harnsaures Natron . .	34.20
Harnsaure Kalkerde . .	2.12

*) Lehrbuch der phys. Chemie v. Marchand. B. I. p. 107.

Kohlensaures Ammoniak . .	7.86
Chlornatrium . . .	14.12
Wasser	6.80
Thierische Substanz . .	32.53
Verlust	2.37
	100.00

*Lehmann**) hat Knochen von drei Individuen untersucht, die an chronischer Gicht litten und in der Folge zwischen 40 und 50 Jahren an allgemeiner Wassersucht starben. Er fand:

	I.	II.	III.
Fett . .	12.11	13.37	9.15
Knorpel . .	38.14	38.26	40.03
Phosphorsaurer Kalk	35.16	35.83	37.22
Kohlensaurer Kalk .	8.41	9.82	8.99
Phosphorsaure Talkerde	1.31	1.05	1.13
Lösliche Salze .	2.93	2.03	1.82
Verlust . .	1.84	0.64	0.66

Ferner untersuchte *Lehmann* (a. a. O.) eine Concretion, welche am Metacarpus bei einem 22jährigen jungen Manne, der an ausgebildeter Arthritis litt, herausgeschnitten wurde. Dieselbe war weich, zähe, klebrig, innen weiss, äusserlich blass ziegelroth, und trocknete an der Luft zu einer weissen kreideähnlichen, aber nicht zerreiblichen Masse ein. Sie zeigte unter dem Mikroskope Krystalldrusen von concentrisch gruppirten vierseitigen Prismen, welche harnsaures Natron waren. Wenn durch grosse Mengen kalten Wassers das harnsaure Natron ausgezogen wurde, blieb eine schmierige Masse zurück, die sich als Zellgewebe zu erkennen gab, und als dieselbe gekocht wurde, gab sie eine gelatinirende Flüssigkeit. Die lufttrockene Substanz enthielt:

Harnsaures Natron .	52.12
Harnsauren Kalk .	1.25

*) Jahrbücher für die gesammte Medicin von C. Ch. Schmidt. B. XXXVIII. p. 281. 1842.

Kochsalz	. .	9.84
Phosphorsauren Kalk	.	4.32
Zellgewebe	. .	28.49
Verlust und Wasser	.	3.88
		99.90

In einer gypsähnlichen Concretion eines Schenkelkopfes, der mit dem sogenannten *Malum coxae senile* befallen war, fand *Ragsky:*

Organische Bestandtheile	. .	33.90
Phosphorsaure Kalk- und Talkerde	.	59.10
Kohlensaurer Kalk	. . .	6.57
In Wasser lösliche Salze	. .	0.43
		100.00

Laugier fand in einer ähnlichen Concretion aus dem Kniegelenke:

Thierische Substanz	. . .	16.7
Harnsäure	. . . .	16.7
Natron	. . . . .	16.7
Kalkerde	. . . . .	8.4
Chlornatrium	. . . .	16.7
Wasser	. . . . .	8.4
Verlust	. . . . .	16.4
		100.0

Forbes vermuthete zuerst 1793 die Harnsäure in diesen Concretionen, welches aber von *Fourcroy* und *Guyton de Morveau* geläugnet wurde. Später, 1797 zeigte *Wollaston*, dass die Ansicht von *Forbes* die richtige sey. *John* fand wieder keine Harnsäure in solchen Concretionen.

Nach der Ansicht *Lehmann's* sind Arthritis und Osteomalacie nahe verwandt. — In den Knochen selbst scheint nach den vorhandenen Analysen wenigstens keine Harnsäure vorhanden.

Ueber Knochenbrüchigkeit sind mir keine Analysen bekannt; das von mir erhaltene Resultat habe ich oben angeführt.

C a r i e s.

Valentin hat cariöse Knochen untersucht, und eine osteophyt ähnliche Kruste, welche um die cariöse Tibia eines 38jährigen Mannes gelagert war. Er erhielt folgende Resultate:

	Tibia. Mann v. 38 Jahren.	Rückenwirbel. Mann v. 20 Jahren.
Phosphorsaure Kalkerde	34.383	33.914
Kohlensaure Kalkerde .	6.636	7.602
Phosphorsaure Talkerde .	1.182	0.389
Chlornatrium . } Kohlensaures Natron }	1.919	3.157
Kohlensaures Natron		0.118
Organische Bestandtheile	55.880	54.83
	100.000	100.000

	Aeusserer Gelenkkopf des Femur eines Mädchens.	Kopf der Tibia v. demselben Individuum.
Phosphorsaure Kalkerde .	39.393	45.451
Kohlensaure Kalkerde .	4.620	5.683
Phosphorsaure Talkerde .	0.520	1.180
Chlornatrium . .	0.424	1.620
Kohlensaures Natron .	0.647	0.446
Organische Bestandtheile .	54.396	45.620
	100.000	100.000

In der osteophyt ähnlichen Kruste wurde gefunden:

Organische Bestandtheile . .	59.370
Basisch phosphorsaurer Kalk . .	29.424
Kohlensaurer Kalk . . .	4.201
Phosphorsaure Talkerde . .	0.317
Chlornatrium	5.556
Kohlensaures Natron . . .	1.117

Diese Analysen, so wie die meinigen, zeigen, dass bei Caries eben so wohl, als bei den vorher erwähnten Knochenkrankheiten, bei einem allgemeinen Verschwinden der Knochenmasse so wohl, als auch bei der partiellen Zerstörung der Knochen, stets die anorganische Substanz derselben verhältnissmässig mehr entfernt wird, als die organische. Zugleich findet sich wieder eine grosse Menge Fett.

Die Ausfüllungsmasse der cariösen Höhle, welche ich untersucht habe, könnte als das vollendete Produkt dieses speciellen Falles von Caries betrachtet werden. Die »Eiweissartige Substanz« findet sich, wie *Berzelius* angibt, ohnediess im zelligen Theile der Wirbelknochen, eben so wie extractive Stoffe und milchsaure Salze. Die Knorpelsubstanz ist ohne Zweifel auf Rechnung des zerstörten Knochens zu setzen, und es zeigt sich auch hier, dass dieselbe am längsten der Zerstörung widerstanden hat. Als Hauptbestandtheil der Salze aber fand sich phosphorsaure Kalkerde, welche wohl von nichts anderem, als von zerstörten, aufgelösten Knochen herrührt.

Ein besonders »chemisches« Agens im engeren Sinne des Wortes, wie Milchsäure, Harnsäure, als Auflösungsmittel des Knochens, kann hier nicht angenommen werden. Es hat sich derselbe zersetzt. —

Bei der leider nicht sehr zahlreichen Literatur, die mir zu Gebot steht, habe ich nicht in Erfahrung bringen können, ob ähnliche Analysen bereits vorhanden sind, oder nicht. Wenn aber durch chemische Untersuchungen überhaupt ein Nutzen auch in soferne für die Medizin erworben werden kann, dass sie über den ganzen Verlauf einer Krankheit, vom chemischen Gesichtspunkte aus betrachtet, Rechenschaft geben, sind solche Untersuchungen, wie ich glaube, eben so interessant, als die des kranken Knochens selbst.

Osteoporose.

Ragsky *) hat die Osteoporose des Schädels eines alten Individuums untersucht. Er erhielt durch Kochen Leim. Die Analyse selbst ergab:

---

*) Diese Analyse von Ragsky, so wie die andern bereits von ihm angeführten, und einige noch folgende, habe ich aus „Simons Beiträgen“ etc. B. I. p. 217 entlehnt, woselbst Simon eine Zusammenstellung von Arbeiten über pathologische Knochen gegeben hat. Sie finden sich ursprünglich im „Handbuch der pathologischen Anatomie von Rokitansky“ B. II. Lief. 2.

Phosphorsaure Kalk- und Talkerde .	55.80
Kohlensauren Kalk und Salze . .	5.59
Knorpel, Gefässe, Fett . . .	38.61
	100.00

Exostose.

Lassaigne hat eine Exostose untersucht, und einen verdickten, hierher gehörigen Knochen, und eben so ein Stück desselben, noch gesunden Knochen. Er fand:

	Verdickter Knochen.	Gesunder Knochen.	Exostose.
Phosphorsaure Kalkerde	36.3	41.6	30.0
Kohlensaure Kalkerde .	6.5	8.2	14.0
Lösliche Salze . .	14.2	8.6	10.0
Organische Substanz .	43.0	41.6	46.0
	100.0	100.0	100.0

In verdickten Knochen sowohl, als in der Exostose, sind die Mengen organischer Substanz grösser, als in gesunden Knochen. Die kohlensaure Kalkerde aber ist in der Exostose, gegen die phosphorsaure, vermehrt. In der von mir ausgeführten Analyse der Exostose am Humerus eines jungen Huhnes, zeigen sich ähnliche Verhältnisse, zugleich mit einem vermehrten Fettgehalte, gegen den des gesunden Knochens desselben Flügels. Doch ist der Gehalt an kohlensaurem Salze hier überhaupt nicht so bedeutend, als dort.

Es ist vielleicht hier nicht am unrechten Orte eines Osteoid's zu erwähnen, welches *Simon* (a. a. O.) beschrieben und analysirt hat. Ich will solches mit den eigenen Worten *Simon's* thun.

„Bei einem 14jährigen, höchst leucophlegmatischen Knaben, welcher an Hydrops anasarca, Oedem der Füsse, des Scrotums litt, bildete sich um das Kniegelenk eine höckerige, mässig harte, auf der Oberfläche einen bläulichen, dichten Gefässkranz zeigende Geschwulst. Die nähere Untersuchung in der Klinik des Hrn. Geh. Rath *Jüngken* ergab die Tibia, Patella, so wie den ganzen Unterschenkel frei, und den Geschwulst nur auf

dem Os femoris aufsitzend, auf welchen sie sich von den Condylen bis nahe an den Gelenkkopf des Os femoris erstreckte. Beim Ausmessen ergab es sich, dass die Geschwulst 10 Zoll lang und 25 Zoll breit war; mit beiden ausgespannten Händen konnte man sie nur etwas über die Hälfte des ganzen Umfangs umfassen. Nach der vom Hrn. Geh. Rath *Jüngken* ausgeführten Amputation, wurde die Knochengeschwulst genau untersucht; bei Durchsägung derselben liessen sich zunächst zwei Schichten unterscheiden. Die erste, dem kranken Knochen unmittelbar aufsitzende, stellte eine nur an einzelnen Stellen von theilweise weicherer Masse durchsetzte, harte, der kompakten Knochensubstanz vollständig ähnliche Masse dar, welche unmittelbar unter dem Periosteum sich in Form senkrecht aufstehender Knochenfassern erhob und allmählig in die Knochenmasse überging; die zweite weichere Schicht, welche den äusseren Theil der Geschwulst bildete, war eine palpöse, dem Drucke jedoch Widerstand leistende Masse; sie schien ganz von derselben Struktur zu seyn, wie die untere feste Schicht, und sich nur durch eine geringere Menge abgelagerter Knochenerde von jener zu unterscheiden. Der Röhrenknochen selbst hatte seine Gestalt als solcher ganz eingebüsst, seine Markhöhle war mit Knochensubstanz gefüllt und das spongiöse Gewebe der Epiphyse zu einer elfenbeinartigen Masse umgewandelt. Das Stück dieser merkwürdigen Knochengeschwulst, welches ich zur Untersuchung erhielt, war nicht durchweg von gleicher Beschaffenheit; die Stellen, wo noch die Sägenschnitte zu sehen waren, und die also dem Knochen zunächst lagen, waren die härtesten und ganz knochenartig, aber grobkörnig und von so geringer Festigkeit, dass man sie mit nicht grosser Gewalt mit dem Messer zerschneiden konnte; nach der äusseren Hautbedeckung zu wurde die Substanz weicher, aber immer mit Knochenablagerungen durchsetzt, und zwar ungleich, so dass an einzelnen Stellen die Knochensubstanz sehr dicht gelagert war, und diese sich wie Knoten anfühlten, an andern wieder die ganze Masse sehr weich erschien. Von den härteren Stellen machte ich feine Durchschnitte und liess diese schleifen. Unter dem Mikroskope zeigten diese sehr zahlreiche, aber ganz unregel-

mässig gelagerte Knochenkörperchen, welche rundlich, ziemlich gross, und zwar grösser, als in den normalen Knochen, theils sehr dicht, theils weniger dicht gelagert, und mit nur undeutlich zu erkennenden feinen Strahlen versehen waren; zwischen den Knochenkörperchen zeigte die strukturlose Masse eine gewisse durch runde und wellenförmig verlaufende Streifen bezeichnete Lagerung. Eine gewisse Menge, theils härterer, theils weicherer Substanz, wurde fein geschnitten und in einem Kolben 10 Stunden hindurch mit Wasser gekocht; ich erhielt einen ziemlich konsistenten Leim, der sich beim Erwärmen leicht verflüssigte und mit wasserfreiem Alkohol versetzt wurde, wodurch eine ansehnliche Menge zäher weisser Flocken sich niederschlugen. Diese wurden mit Alkohol gewaschen und in Wasser gelöst. In der Lösung brachte weder Essigsäure noch Alaunauflösung einen Niederschlag hervor, dagegen wurde die essigsaure Lösung durch Kaliumeisencyanür stark getrübt und die reine Lösung von Gerbsäure, Platinchlorid und Jodtinktur stark gefällt, von essigsauren Bleioxyd und essigsauren Kupferoxyd getrübt. Der Knorpel dieses pathologischen Produktes gab also Glutin und kein Chondrin, zugleich hatte sich eine Proteinverbindung aufgelöst.«

Zur Untersuchung nahm *Simon* drei Stücke von verschiedener Consistenz. I. ein ganz hartes knochenartiges, II. ein weicheres und III. ein ganz weiches. Es wurde im Oelbade getrocknet, wobei I. erdig und weiss wurde, die andern aber ein hornartiges Ansehen erhielten. Aether zog ein schmieriges, gelbes, nicht phosphorhaltiges Fett aus.

Die Analyse ergab:

	I.	II.	III.
Fett . . .	1.16	3.61	3.21
Fett, Knorpel und Gewebe	58.91	87.04	86.20
Feuerbeständige Salze	39.93	9.35	10.59
Basisch phosphorsaurer Kalk	35.85	8.00	9.20
Kohlensaurer Kalk .	2.70	0.62	0.64
Phosphorsaure Talkerde	0.58	0.21	— —
Lösliche Salze .	0.52	} 0.39	0.72
Chlornatrium . .	0.26		

Die feuerbeständigen Salze, auf 100 Theile berechnet und gegen die gesunden gehalten, ergaben:

	I.	II.	III.	Normaler Knochen.
Phosphorsauren Kalk	89.7	86.5	86.9	79.4
Phosphorsaure Talkerde	1.5	1.9	— —	1.7
Kohlensaure Kalkerde	6.8	6.6	6.0	16.9
Lösliche Salze . .	0.7	4.1	6.8	1.4
Kochsalz . . .	1.3			0.4

Kohlensaure Kalkerde findet sich mithin weniger in der untersuchten Substanz, als in gesunden Knochen. In Wasser lösliche Salze sind aber mehr in derselben als dort, und das zwar im zunehmenden Verhältnisse mit der organischen Substanz. Dass eine Proteinverbindung anwesend war, zeigte die Reaction mit Kaliumeisencyanür.

In der Lunge desselben Individuums wurde neben zahlreichen Tuberkeln und Eiterhöhlen eine haselnussgrosse, ovale und fest steckende Concretion gefunden, welche *Simon* ebenfalls untersuchte, um zu sehen, ob ihre Zusammensetzung dem Osteoid ähnlich.

Sie war grobkörnig und besonders an einer Stelle hart und dicht, und liess sich zu feinen Durchschnitten für die mikroskopische Beobachtung schleifen. Man konnte so dunkle und netzartig zusammenhängende Körper *) beobachten, welche wenig, an andern Stellen jedoch wieder solche, welche allerdings einige Aehnlichkeit mit Knochenkörperchen hatten.

Durch mehrstündiges Kochen mit Wasser wurde eine Flüssigkeit erhalten, welche ganz die Eigenschaften jener zeigte, die von Osteoid erhalten wurde. Sie hatte Reaction auf Glutin und eine Proteinverbindung.

Die Concretion ergab bei der Analyse:

Organische Substanz .	38.99
Feuerbeständige Salze .	61.11

*) Dieser Beschreibung nach fast wie jene der Rindensubstanz mancher Zähne. B.

Erdphosphate . .	53.33
Kohlensaurer Kalk .	7.04
Lösliche Salze . .	0.37

Die Menge der phosphorsauren Verbindungen dieser Concretion ergaben eine Aehnlichkeit derselben mit dem Osteoid, welche besonders noch, wie *Simon* bemerkt, durch den Glutingehalt bedingt wird.

Sclerose.

Ueber Sclerose hat *Ragsky* ebenfalls eine Reihe von Untersuchungen angestellt. Seine Arbeit ergibt Folgendes:

Einfache gutartige Sclerose.

Schädelknochen eines Irren.

Die Knochen, mit Wasser gekocht, gaben Glutin. Die Analyse ergab:

Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	54.10
Kohlensaure Kalkerde . .	10.45
Phosphorsaure Talkerde . .	1.00
In Wasser lösliche Salze . .	1.04
Knorpel und Gefässe . .	33.41
	100.00

Consecutive Sclerose in Folge von Osteoporose.

Es enthielt der Knochen viel Fett und gab beim Kochen Glutin. Es wurde erhalten:

Phosphorsaure Kalkerde und Talkerde	48.20
Kohlensaure Kalkerde . .	7.45
In Wasser lösliche Salze . .	0.25
Knorpel, Fett, Gefässe . .	44.10
	100.00

Dieselbe Sclerose in einem höheren Grade.

Ebenfalls stark fetthaltig und beim Kochen Glutin gebend. Es wurde erhalten:

Phosphorsaure Kalkerde u. phosphorsaure Talkerde	50.29
Kohlensaure Kalkerde, Salze . . .	7.20
Knorpel und Gefässe	42.51
	100.00

Dieselbe Sclerose im höchsten Grade.

Es wurde durch Kochen eine Lösung erhalten, welche nur wenig gelatinirte, übrigens aber Glutinreaction zeigte. Die Analyse ergab:

Phosphorsaure Kalkerde u. phosphorsaure Talkerde	55.52
Kohlensaure Kalkerde	5.95
In Wasser lösliche Salze . . .	0.26
Knorpel und Gefässe	38.27
	100.00

Sclerose am Femur.

Durch Kochen eine schwach gelatinirende Lösung gebend, welche sich wie Glutin verhielt. Die Bestandtheile waren:

Phosphorsaure Kalkerde u. phosphorsaure Talkerde	53.21
Kohlensaure Kalkerde	8.30
Knorpel und Gefässe	38.49
	100.00

Syphilitische Sclerose im hohen Grade.

Schädelknochen.

Durch Kochen mit Wasser wurde eine Lösung erhalten, welche gelatinirte. Sie gab mit Alkohol und Platinchlorid einen schwachen Niederschlag. Einen stärkeren durch Galläpfeltinktur und Quecksilberchlorid, also Reaction auf Glutin. Aber es wurde auch durch essigsaures Blei ein Niederschlag erhalten. Die Analyse ergab:

Phosphorsaure Kalkerde und Talkerde . .	57.20
Kohlensaure Kalkerde	6.50
Knorpel und Gefässe	36.30
	100.00

Analyse von Callus sind mir keine bekannt, eine Untersuchung von *Lassaigne* ausgenommen, welcher den äusseren und inneren Theil einer Callusmasse analysirt hat. Er fand:

	Aeusserer Theil.	Innerer Theil.
Phosphorsaure Kalkerde .	33.0	32.5
Kohlensaure Kalkerde .	5.7	6.2

	Aeusserer Theil.	Innerer Theil.
Lösliche Salze . .	11.3	12.8
Thierische Materie . .	50.0	48.5
	100.0	100.0

Diese Analyse zeigt, so wie die meinigen beweisen, dass im Verhältniss gegen den Knochen selbst, der Callus nicht so viel Erdsalze hat, als der eigentliche Knochen. Dass sich mit der Zeit diese vermehren, ist wohl klar, ob aber ganz alte Callusmassen nicht endlich eine Zusammensetzung erhalten, die jener der Knochen analog ist, ist durch diese Untersuchungen nicht ausgesprochen, da das Alter der meisten derselben unbekannt war.

Ich bemerke schlüsslich, dass es mir nicht gelungen ist, bei Amphibien Callus zu erhalten, wenigstens war diess bei *Rana esculenta* der Fall. Es wurden einer grossen Anzahl dieser Thiere verschiedene Knochen der Extremitäten gebrochen, und die beschädigten Gliedmassen theils so gut wie möglich geschindelt, theils nicht. Sie wurde hierauf in ein grosses Weidengeflechte, und dieses in dasselbe Wasser gesetzt, in welchem die Frösche gefangen worden waren; durch Steine und Rasenstücke war Sorge getragen, dass sie nach Belieben das Wasser verlassen konnten, und eben so wurde für reichliche Fütterung mit verschiedenen Insekten gesorgt. Es starb nicht ein einziges dieser Thiere, aber bei keinem erzeugte sich Callus. Die Bruchenden wurden necrotisch, rundeten sich ab, wo sie durch die Bewegung mit den Weichtheilen in häufige Berührung kamen, und meist waren letztere an solchen Stellen mit einer neugebildeten harten Membran überzogen. Sichtlich hatte an den beschädigten Extremitäten die Muskulatur an Stärke zugenommen, und die Thiere waren im Gebrauche derselben, wenn gleich nicht so vollkommen wie vorher.

Ich glaube indessen keineswegs, dass sich bei Amphibien nie Callus erzeugt, wogegen schon die grosse Reproduktionsfähigkeit dieser Thierklasse überhaupt spricht. Im vorliegenden Falle trug jedenfalls wohl allein die fortwährende Unruhe und Beweglichkeit der zum Versuche bestimmten Thiere die Schuld.

Fossile Knochen.

Fossile Knochen.

Es folgen hier sogleich die Ergebnisse der Analysen der von mir untersuchten fossilen Knochen, wobei ich bloss auf deren Fundorte, so viel mir von denselben bekannt, und auf deren äusseres Ansehen Rücksicht nehmen werde.

Nach Angabe der in denselben aufgefundenen Substanzen werde ich, wie es oben bei den Knochen noch lebender Individuen geschehen ist, einige Bemerkungen über dieselben und einige Untersuchungen anderer Beobachter hinzufügen.

Cervus megaceros. Röhrenknochen.

(Cervus alces giganteus. Cervus euryceros, Cervus giganteus etc.)

(Aus einem Knochenlager in einer Thongrube bei Friedelshausen im Herzogl. Sächsischen Verwaltungsamte Sand.)

Ich habe blos das Bruchstück eines Röhrenknochen erhalten (Femur vielleicht). Es scheint, als sey ein grosser Theil der Röhre mit spongiöser Substanz erfüllt gewesen. Der Knochen hatte ein ziemlich bedeutendes specifisches Gewicht, war fest, jedoch leicht zu Pulver zu reiben und von gelbröthlicher Farbe.

Es wurde zur Analyse der compacte Theil des Knochenbruchstückes verwendet. Es ergab sich:

Phosphorsaure Kalkerde	75.11
Fluorcalcium . .	2.00
Kohlensaure Kalkerde .	8.44

Schwefelsaure Kalkerde	2.20
Phosphorsaure Talkerde	0.76
Eisenoxyd . .	1.81
Thonerde . .	2.11
Kieselerde . .	0.93
Organische Substanz .	6.64
	100.00

Organische Substanz .	6.64
Anorganische Substanz	93.36
	100.00

Cervus megaceros. Geweihschaufel.

(Ohnweit des Dorfes Grafenrheinfeld in Unterfranken, bei Gelegenheit eines Durchstiches zur Herstellung des neuen Mainbeetes, im Lehmland gefunden.

Von bräunlicher Farbe an der Oberfläche, im Bruche gelblichgrau mit deutlich wahrnehmbarer Knochenstruktur. Nicht eben leicht zu zerbröckeln, doch im Mörser leicht zu pulvern.

Ich habe nicht mit Sicherheit erfahren können, ob allein diese Bruchstücke des Geweihes, oder ob auch noch andere Reste des Thieres aufgefunden worden sind.

Phosphorsaure Kalkerde	67.91
Fluorcalcium . .	2.10
Kohlensaure Kalkerde .	16.62
Phosphorsaure Talkerde	1.12
Kieselerde . .	0.53
Thonerde u. Eisenoxyd	0.49
Salze . .	0.44
Organische Substanz .	10.79
	100.00

Organische Substanz .	10.79
Anorganische Substanz	89.21
	100.00

Ich habe, eben so wie bei den Knochen noch lebender Thiere, die geglühte Substanz mit Wasser behandelt und den

wieder zur Trockene gebrachten und gewogenen Auszug, der mit »Salze« bezeichnet wurde, weiter untersucht. Er bestand aus Chlornatrium und, neben Spuren von kohlensaurem Natron, aus kohlensaurem Kalke.

Rhinoceros. Humerus.
(Aus der Molasse der Schweiz.)

Diese, so wie einige andere weiter unten angeführte Knochenfragmente verdanke ich der freundschaftlichen Güte des Hrn. *Herrmann v. Meyer.* Es konnten nur kleine Mengen der Substanz übersendet werden, welche bei der Analyse verbraucht wurden. Da ich aber jenesmal versäumte, die physicalischen Eigenschaften derselben zu notiren, bleibt mir jetzt nichts übrig, als die Ergebnisse der Untersuchung allein anzuführen.

Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium .	66.31
Phosphorsaure Talkerde . . .	1.31
Schwefelsaure und kohlensaure Kalkerde .	15.80
Eisenoxyd	6.66
Kohle	2.80
Wasser	5.87
Spur von Ammoniak und Verlust . .	1.33
	100.00

Es war nicht genug Material vorhanden, um die Trennung des kohlensauren und schwefelsauren Kalkes mit Sicherheit vornehmen zu können, doch schien die Menge des letzteren zu überwiegen.

In Bezug des in dieser, so wie in einigen der folgenden Analysen angegebenen Wassers, so wie der bei den andern Analysen angeführten organischen Substanz, bemerke ich vorläufig, dass bei den Knochen, welche beim Behandeln mit verdünnter Salzsäure noch organische Substanz zeigten, bei + 120° R. getrocknet und sodann der Glühverlust als organische Substanz berechnet wurde.

Konnte aber keine organische Substanz gefunden werden, so wurde das zur Analyse bestimmte Material, welches längere Zeit in einem erwärmten trockenen Raume gelegen hatte, gewogen, ebenfalls bei + 120° R. getrocknet, bis solches nichts

mehr an Gewicht verlor, und der Gewichtsverlust als Wasser angegeben.

Im vorliegenden Falle scheint die organische Substanz in eine etwas ammoniakhaltige Kohle umgewandelt worden zu seyn.

Rhinoceros tichorhinus. Tibia.

(Bei Klingenberg, ohnweit Aschaffenburg, zugleich mit verschiedenen andern fossilen Knochen im Lehmland aufgefunden.)

Von weisser Farbe, leicht zu zerbröckeln, mit deutlich zu erkennender Knochenstruktur. Die Knochenröhre fast gänzlich mit spongiöser Substanz erfüllt.

Es wurde zur Analyse der compacte Theil des Knochens genommen.

Phosphorsaure Kalkerde . .	65.32
Fluorcalcium	3.03
Kohlensaure Kalkerde . . .	19.41
Phosphorsaure Talkerde . .	0.60
Kieselerde	0.21
Eisenoxydul	Spur
Organische Substanz . . .	11.43
	100.00

Organische Substanz . . .	11.43
Anorganische Substanz . . .	88.57
	100.00

Oberkiefer eines zum Schweingeschlecht (?) gehörigen Thieres.

(Aus einer der Höhlen in der Umgegend von Muggendorf und Streitberg.)

Dieses Schädelfragment wurde auf einer Excursion in die dortige Gegend käuflich erstanden, ohne Näheres vom Verkäufer erfahren zu können. Ich glaube indess, und das zwar vorzüglich eines noch in demselben befindlichen Zahnes halber, selbes mit Wahrscheinlichkeit als einem Thiere angehörig betrachten zu dürfen, welches zum Schweingeschlechte gehört.

Es scheint selbes nicht viel grösser als ein starkes Hausschwein gewesen zu seyn, war indessen keinenfalls unser noch jetzt lebendes Wildschwein.

Es erschien der Knochen durch die ganze Masse bräunlich gefärbt und noch vollkommen wohl erhalten, so dass die organische Struktur noch deutlich, selbst unter dem Mikroskope wahrgenommen werden konnte, indem dieselbe sich sägen und zu feinen Plättchen schleifen liess.

Die Analyse ergab:

Phosphorsaure Kalkerde . .	63.11
Fluorcalcium	1.23
Kohlensaure Kalkerde . .	12.86
Phosphorsaure Talkerde . .	1.04
Salze	0.69
Braune, durch Kali ausziehbare u. durch Säure wieder fällbare Substanz .	Spur
Eisenoxyd und Thonerde . .	0.11
Kalkseife	0.25
Organische Substanz . . .	20.71
	100.00

Organische Substanz . .	20.71
Anorganische Substanz . .	79.29
	100.00

Die durch Wasser ausziehbaren Salze des Glührückstandes bestanden aus Chlornatrium, kohlensaurem Kalk und Spur von kohlensaurem Natron.

In Bezug auf die »Kalkseife« muss ich auf die weiter unten angeführte Analyse der Knochen einer in Fett umgewandelten menschlichen Leiche verweisen.

Was die humusartige Substanz betrifft, so habe ich solche nicht näher untersucht, indessen war die bräunliche Farbe des Knochens offenbar durch selbe bedingt.

Elephas primigenius. Tibia.

Zugleich mit den oben erwähnten Resten von *Rhinoceros tich.* bei Klingenberg aufgefunden, und dem äusserlichen Ver-

halten nach jenen vollkommen ähnlich, mit der Ausnahme, dass ihre Farbe etwas in's Bläuliche spielte.

Die Länge der Tibia, von der ein Stückchen der compacten Substanz in Untersuchung genommen wurde, betrug 2′ 11″. Es fehlte indess der untere Gelenkkopf.

Phosphorsaure Kalkerde	68.15
Fluorcalcium . .	3.08
Kohlensaure Kalkerde .	19.56
Phosphorsaure Talkerde	0.68
Kieselerde . .	0.30
Chlornatrium } Eisenoxydul } .	Spuren
Organische Substanz .	8.23
	100.00

Organische Substanz .	8.23
Anorganische Substanz	91.77
	100.00

Elephas primigenius. Scapula.

Von demselben Fundorte wie die Tibia, und eben so wie jene in Bezug auf äusserliche Beschaffenheit ziemlich wohl erhalten.

Phosphorsaure Kalkerde	48.04
Fluorcalcium . .	4.02
Kohlensaure Kalkerde .	38.00
Phosphorsaure Talkerde	1.23
Kieselerde . .	0.21
Thonerde, Eisenoxyd .	0.57
Chlornatrium . .	Spur
Organische Substanz .	7.93
	100.00

Organische Substanz .	7.93
Anorganische Substanz	92.07
	100.00

Knochen
aus der Hermenetzer Knochenhöhle bei Neusohl.

Diese und einige der folgenden Knochen habe ich durch die Güte des Herrn Bergraths Dr. *Zipser* in Neusohl erhalten, und füge hier einige Andeutungen bei, welche *Zipser* an verschiedenen Stellen in *Leonhard's* Jahrbuch für Mineralogie etc. theils in einzelnen Notizen, theils in Abhandlungen gegeben hat.

Es geschieht diess vorzugsweise aus dem Grunde, weil eine möglichst genaue Kenntniss der Lagerstätte fossiler Knochen wohl den meisten Aufschluss über die Veränderungen zu geben vermag, welche die Knochen erlitten haben. *Zipser* bemerkt über die erwähnte Höhle Folgendes: *)

„Ich säume nicht, *Sie* von der Auffindung einer merkwürdigen Höhle in unserer Gegend zu benachrichtigen, welche von Knochen vorweltlicher Thiere wimmelt. Am 1. November 1838 war ich zum ersten Male in derselben und sammelte 270 Stück meist ganze Knochen, die nach dem Urtheil *Otto's* in Breslau dem *Ursus spelaeus* angehören, obschon er auch Knochen von jungen Pferden und einem unbekannten Fleischfresser bemerkt zu haben vorgibt. Ich werde darüber einen umständlichen Bericht für *Ihr* Jahrbuch ausarbeiten, nur muss ich die Fundstätte noch einige Male besuchen. Diess kann aber jetzt nicht geschehen, denn in der Thalschlucht, wo die Knochenhöhle ist, liegt noch viel Schnee. Sobald dieser schmilzt, will ich eilen, mich mit einem tüchtigen Vorrath zu versehen. Die Menge der Knochen erlaubt wagenweise Ladungen. Die Höhle liegt sehr hoch in einem Kalke, den wir bis jetzt für Uebergangskalk hielten, *Zeuschner* aber für Liaskalk ausgibt, indem er unsere Grauwacke und Grauwackeschiefer verwirft, letztere für Talkschiefer und jene für Mergel erklärt. *Zeuschner* hat in meiner Gesellschaft einige Ammoniten-Species, ausserdem Belemniten und Pectiniten in einem Seitenthale des Hermenetzer Hauptthales

---

*) Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie u. Petrefactenkunde von Dr. K. C. v. Leonhard und Dr. H. G. Bronn. — Jahrg. 1839. pag. 686.

gesammelt, und diess führt ihn auf die Vermuthung, dass die ganze Kalkniederlage des G r e n - Thales Liaskalk seyn müsse.«

Dieser Ansicht *Zeuschner's* stimmt *Zipser* nicht bei und führt an, dass *Beudant* und *Russegger* ihr ebenfalls nicht beipflichten. Ueber die Höhle selbst aber gibt *Zipser* folgendergestalt weitere Nachricht *):

»Ich beeile mich, *Ihnen* über meinen vierten Besuch in der Hermenetzer Knochenhöhle Nachricht zu geben. Das frühere Veröffentlichen in den Zeitungen des Inlands hatte zur Folge, dass die Höhle während meiner siebenwöchentlichen Abwesenheit von Neusohl auch von solchen Leuten besucht wurde, die für ähnliche Schätze rein keinen Sinn haben. Daher fand ich bei meiner Rückkehr aus dem nordöstlichen Ungarn die Fundstätte so zerstört, dass ich mich kaum zu orientiren vermochte. Die nordöstliche Niederlage der Knochen, welche in weisser aufgelöster Kalkerde vorkommen, fand ich mit grossen Steinen überworfen; ich sah mich daher veranlasst, meine 8 Arbeiter mehr gegen N. O. O. anzustellen, und zu meiner Freude und nicht ohne glänzenden Erfolg; denn kaum war das Geröll 3 Fuss tief weggeschafft, so liessen sich schon Kinnladen, lose Eckzähne, zarte Gelenke der Vordertatze, wohlerhaltene Rippen, Wirbelknochen, Schulterblätter, Hüftpfannen und ungeheure Knochenröhren blicken, die alle in schmieriger Erde lagen und braun überzogen waren. Leider kamen die dazu gehörigen Schädel grösstentheils zertrümmert zum Vorschein, und es gelang mir, ausser einem wohlerhaltenen Exemplar nur noch einige Bruchstücke aufzufinden, die der H y ä n e angehören dürften. Ein dritter Schädel, ganz verschieden von den beiden, nämlich des *Ursus spelaeus* und der vermeintlichen H y ä n e, dürfte einem mir unbekannten, nicht gar grossen Thiere angehören. Ich sammelte unter andern auch eine blauweisse, gallertartige Substanz, welche einen unangenehmen Zwiebel-Geruch verbreitete und einem meiner Leute heftige Kopfschmerzen zuzog, und verwahrte sie hermetisch, so dass ich sie an Liebhaber zur nähern Untersuchung vertheilen kann. Bis jetzt wäre ich im

*) Neues Jahrbuch etc. Jahrg. 1840. pag. 88.

Besitz von beinahe 1000 Knochenstücken, worunter sich 38 Schädel befinden, unberechnet jene, welche *H. v. Conta,* grossherzogl. sächs. Landesdirections-Präsident aus Weimar, selbst holte.« —

In einer spätern Abhandlung*) bemerkt *Zipser* in Bezug auf die eben erwähnte Substanz, die er aus der Höhle genommen und hermetisch verschloss, noch Folgendes:

»Ich verdanke der gütigen Mittheilung des Herrn Präsidenten *v. Conta* aus Weimar, welcher im Jahre 1834 auf einem Ausfluge durch Ungarn auch die Knochenhöhle im Thale Hermenetz bei Neusohl besuchte, und die in ihr vorkommende Fett-ähnliche Substanz mitnahm und Hrn. Geh. Hofrath *F. W. Döbereiner* nach Jena übersandte, folgendes Resultat einer damit vorgenommenen Analyse:

»»Die in der Tufna-Höhle mit Bärenschädeln vorkommende Fett-artige Masse sieht allerdings aus wie Adipocire, enthält aber keine Spur einer Fettsäure, sondern besteht aus aufgeweichtem, amorphem Kalkstein, durchdrungen von Wasser und einer Spur einer animalischen Substanz, die Hr. Dr. *Schleiden* unter seinem Mikroskope als eine gallertartige Materie erkannt hat, und welche sich chemisch offenbart, wenn die weiche Masse entwässert und hierauf geglüht wird, wo dann Ammoniak haltiges Wasser auftritt, während gleichzeitig Stickstoffkohle gebildet wird, welche die rückständige Erde aschgrau färbt. Die Masse bestand demnach aus kohlensaurem Kalke, eisenhaltigem Thon und Eisenoxyd. Uebrigens konnte Hr. Dr. *Schleiden* nichts Organisirtes, wie z. B. Panzer-Thiere und dergleichen, in der rohen Masse auffinden.««

»Ich erlaube mir, (so fährt *Zipser* fort), hierbei die Bemerkung, dass in der Hermenetzer oder Tufnaer Knochenhöhle zweierlei Arten von fettartiger Substanz vorkommen, die eine schneeweiss, einem frisch gelöschten Kalke gleichend, die andere bläulich weiss, scheinbar mehr fette Bestandtheile enthaltend, denn zwischen den Fingern gerieben, verschwindet sie wie Opodeldok. Letztere hüllt nur stellenweise die Kno-

*) Neues Jahrbuch etc. Jahrg. 1840. pag. 458.

chenröhren und einzelne Theile ein, und kommt seltener vor, während die schneeweise mehr verbreitet, Lagern gleicht, in welchen die Knochenüberreste, namentlich die Schädel ruhen. Es fragt sich nun, von welcher Art fettartiger Masse Hr. Präsident *v. Conta* genommen? denn nach der Analyse zu schliessen, konnte es nur die rein weisse Art gewesen seyn, die, wie ich schon früher vermuthete, nur aus weicher kohlensauerer Kalkerde besteht. Es ist übrigens merkwürdig, dass sich die im Sommer gesammelten Substanzarten, in der Höhle hermetisch verwahrt, bis nun nicht verändert haben.«

So weit *Zipser.* Die Analyse der Knochen ergab folgendes:

Ursus spelaeus. Bruchstück eines Rückwirbels.

Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	32.76
Kohlensaure Kalkerde . . .	41.86
Phosphorsaure Talkerde . .	1.20
Kieselerde	0.62
Organische Substanz m. Spur v. Kalkseife	23.56
	100.00

Organische Substanz . . .	23.56
Anorganische Substanz . . .	86.44
	100.00

Im Wasserauszuge der geglühten Substanz konnten, jedoch höchst geringe Spuren von Chlornatrium, aufgefunden werden. Das Fluorcalcium wurde nicht quantitativ bestimmt.

Ursus spelaeus.

	Tibia.	Ulna.
Phosphorsaure Kalkerde .	58.07	63.65
Fluorcalcium . .	1.70	1.35
Kohlensaure Kalkerde .	13.81	10.82
Phosphorsaure Talkerde .	0.73	1.57
Chlornatrium . .	0.46	1.02
Kalkseife . . .	0.23	Spur
Organische Substanz .	25.00	21.59
	100.00	100.00

Organische Substanz .	25.00	21.59
Anorganische Substanz .	75.00	78.41
	100.00	100.00

Ursus spelaeus. Oberkiefer.

Phosphorsaure Kalkerde . .	67.12
Fluorcalcium . . .	1.91
Kohlensaure Kalkerde . .	8.12
Phosphorsaure Talkerde . .	1.54
Chlornatrium . . .	0.60
Kalkseife	0.40
Organische Substanz . .	20.31
	100.00

Organische Substanz . .	20.31
Anorganische Substanz . .	79.69
	100.00

Sowohl diese Knochen, deren Analysen hier angeführt sind, als auch mehrere andere aus demselben Lager, welche ich ebenfalls der Güte des Hrn. Bergrathes *Zipser* verdanke, waren fast alle wohl erhalten. Sie hatten eine gelblich weisse Farbe, klangen beim Anschlagen und schienen überhaupt wenig verändert.

Es konnten von demselben Durchschnitte für die mikroskopische Beobachtung geschliffen werden, und es zeigte sich, dass sich ihre Struktur fast vollkommen unverändert erhalten hat.

Die Markkanälchen sind, eben so wie bei frischen Knochen, zum grössten Theile mit einer amorphen Substanz ausgefüllt, welche, wie es scheint, meist aus kohlensaurem Kalke besteht. Wenigstens schien, wenn bei mikrochemischen Versuchen, unter dem Mikroskope die Durchschnitte mit verdünnter Säure behandelt wurden, die Entwicklung der Kohlensäure hauptsächlich von den Markkanälchen auszugehen. Es ist diess indess auch bei frischen Knochendurchschnitten der Fall.

Die Knochenkörperchen sind in diesen fossilen Knochen deutlich zu beobachten. Die meisten derselben sind länglichrund an beiden Enden zugespitzt, und erscheinen bei durch-

fallendem Lichte theils dunkel, theils helle, je nachdem sie mit amorpher Substanz gefüllt sind oder nicht.

Auch die radienartigen Verzweigungen oder Fasern der Knochenkörperchen frischer Knochen, sind an vielen dieser fossilen zu bemerken, und das zwar ebenfalls wie bei den frischen Knochen, besonders bei den dunkelsten derselben und solchen, die am meisten mit amorpher Masse erfüllt sind. Man kann ferner bei den meisten Durchschnitten, die ich mir von diesen Knochen geschliffen habe, die concentrische Lagerung der Knochenkörperchen um die Markkanälchen wahrnehmen, und es erscheinen mithin diese Knochen, in Bezug auf ihre mikroskopische Beschaffenheit, den frischen Knochen noch lebender Thiere, wenn nicht vollkommen gleich, doch wenigstens höchst ähnlich. Auf Tab. II Fig. 14 ist ein Querschnitt der Tibia, Fig. 15 der einer Phalanx bei 180facher Vergrösserung gezeichnet.

Ursus spelaeus. Unterkiefer.
(Fundort: unbekannt.)

Der Knochen, den ich durch die Güte des Hrn. Hofrath *Bechstein* in Meiningen erhielt, hatte eine graue Farbe. Er war ziemlich fest, liess sich jedoch leicht zu Pulver reiben. Durchschnitte zu mikroskopischen Untersuchungen waren nicht vollkommen herzustellen, doch erschien die Knochenstruktur unter einer guten Luppe von *Blössel* bei auffallendem Lichte betrachtet, der im Vorhergehenden beschriebenen ziemlich ähnlich.

Es wurde erhalten:

Phosphorsaure Kalkerde . .	78.35
Fluorcalcium . . .	3.24
Kohlensaure Kalkerde . .	10.82
Phosphorsaure Talkerde . .	1.21
Kieselerde	0.23
Eisenoxydul	Spur
Organische Substanz . .	6.15
	100.00

Organische Substanz . .	6.15
Anorganische Substanz . .	93.85
	100·00

Rippe eines zum Hundegeschlecht gehörigen Thieres.

Ich habe diesen Knochen, nebst noch einigen andern schwer zu bestimmenden Knochenresten, aus einer mit Lehm erfüllten Spalte der Juradolomitfelsen bei Streitberg gegraben.

Es erschien derselbe gut erhalten und von frischen Knochen nur wenig unterschieden.

Ich glaube mit Sicherheit annehmen zu dürfen, dass selber einer Species des Geschlechtes *Canis* angehört hat.

Die Analyse ergab nur wenig Unterschied zwischen den Knochen noch jetzt lebender Thiere, nur wurde durch Alkohol kein Fett, sondern nur geringe Spur von Kalkseife ausgezogen, Fluor war nur wenig anwesend. Die Analyse ergab:

Phosphorsaure Kalkerde m. etwas Fluorcalcium	50.63
Kohlensaure Kalkerde . . .	15.26
Phosphorsaure Talkerde . . .	2.77
Kieselerde	0.20
Thonerde, Eisenoxyd . . .	0.41
Chlornatrium	0.14
Kalkseife	Spur
Organische Substanz . . .	30.59
	100.00

Organische Substanz . . .	30.59
Anorganische Substanz . . .	69.41
	100.00

Fossiler Röhrenknochen aus der Höhle bei Rabenstein.

Diese Knochenhöhle wurde vor einigen Jahren, nicht lange nach ihrer Entdeckung, bekanntlich einmal theilweise ausgeräumt, und es mochten bei dieser Gelegenheit manche fossilen Reste zerstört worden seyn.

Ich habe das in Rede stehende Fragment des Röhrenknochen eines ziemlich grossen Thieres, ausserhalb der Höhle, in bei Seite geschafftem Schutte gefunden, und dasselbe, obgleich es wenig bezeichnend ist, zur Analyse bestimmt, da, so viel ich

weiss, noch keine Knochen dieser Lagerstätte untersucht worden sind, und bezeichnendere Exemplare wohl schwer zu erhalten seyn mögen. Das Knochenbruchstück war äusserlich uneben und zerfressen, aber im Bruche und auf der Schnittfläche weiss und von ziemlicher Festigkeit. Mikroskopische Durchschnitte verhielten sich den oben bezeichneten von *Ursus spelaeus* vollkommen ähnlich. Es wurde erhalten:

Phosphorsaure Kalkerde . .	18.00
Fluorcalcium . . .	1.40
Kohlensaure Kalkerde . .	51.84
Phosphorsaure Talkerde . .	2.07
Chlornatrium, kohlensaures Natron .	0.91
Thonerde	Spur
Kalkseife	Spur
Organische Substanz . .	25.78
	100.00

Organische Substanz . .	25.78
Anorganische Substanz . .	74.22
	100.00

Schildkröte. Femur.

(Aus dem lithographischen Schiefer von Solenhofen.)

Durch Hrn. *Herrmann v. Meyer* erhalten.

Phosphorsaure Kalkerde . .	27.01
Kohlensaure Kalkerde . .	71.73
Wasser, Verlust . . .	1.26
	100.00

Nothosaurus.

(Aus dem bunten Sandsteine bei Salzbad.)

Ebenfalls durch die Güte des Hrn. *Herrmann v. Meyer* erhalten.

Phosphorsaure Kalkerde m. Fluorcalcium	62.13
Phosphorsaure Talkerde . .	2.72
Thonerde und Eisenoxyd . .	1.81
Schwefelsaure Kalkerde . .	18.01

Kieselerde	8.00
Wasser	6.60
Verlust	0.73
	100.00

Saurier. Rückwirbel.
(Aus dem Lias bei Bamberg.)

Einem *Saurier* von ziemlicher Grösse angehörig. Breite 2'', Höhe 9''', von brauner Farbe. Angeschliffen so viel als thunlich, war die spongiöse Substanz des Innern noch wohl zu erkennen, und zeigte sich mit Kalkspath ausgefüllt. Ich habe mehrere dieser Wirbel durch die freundschaftliche Gefälligkeit des Hrn. Dr. *Kirchner* in Bamberg erhalten.

Die Analyse ergab:

Phosphorsaure Kalkerde . .	23.07
Fluorcalcium . . .	5.33
Kohlensaure Kalkerde . .	49.10
Phosphorsaure Talkerde . .	1.58
Schwefelsaure Kalkerde . .	5.76
Thonerde, Eisenoxyd . .	8.34
Kieselerde	1.25
Wasser	5.03
Verlust	0.54
	100.00

Saurier. Rückwirbel.
(Aus dem Lias bei Banz.)

Ich habe diesen fossilen Knochen im oberen Liaskalke, ohnweit Kloster Banz bei Bamberg aufgefunden, und das zwar in jener Schicht, die *C. Theodori* »Beinbreccie« nennt. Das Hangende dieser Schicht bildet die sogenannte »Saurier-Schicht«, so benannt, weil in ihr die ergiebigste Fundgrube der ganzen Formation an Saurierresten ist, das Liegende derselben ist die »siebente Brandschieferschicht«. Die Beinbreccie selbst besteht aus schwarzen bituminösen und ziemlich harten Mergelschiefer, der neben einer ausserordentlichen Menge von Skelettheilen von *Leptolepis Ag.*, viele Schalthierreste und eben

so Knochen von Saurieren enthält. Die Mächtigkeit dieser Schicht überstieg an dem Orte, wo ich sie zu beobachten Gelegenheit hatte, nicht 6″. Der Knochen selbst hat die Farbe der Lagerstätte und ist schwarz. An den durchschnittenen Stellen kann man, so wie bei den vorher angeführten, deutlich noch die organische Struktur des Knochens wahrnehmen; die spongiöse Substanz ist mit Kalkspath ausgefüllt und erscheint heller gefärbt, während die eigentliche Knochensubstanz vollkommen schwarz ist.

Es lässt sich diess sowohl im Bruche, als auch an angeschliffenen Stellen, vollkommen deutlich beobachten. Die Breite des Knochens betrug 7‴, dessen Höhe 3.5‴.

Ich will weder Genus noch Species des Thieres bestimmen, dem der Knochen angehört haben mag.

Tab. III Fig. 3 zeigt einen Durchschnitt dieses Knochens bei auffallendem Lichte etwa 5mal vergrössert.

Die Bestandtheile waren:

Phosphorsaure Kalkerde m. Fluorcalcium	50.27
Kohlensaure Kalkerde . .	28.11
Schwefelsaure Kalkerde . .	10.00
Phosphorsaure Talkerde . .	2.86
Kieselerde . . .	1.33
Thonerde	4.01
Eisenoxydul . . .	Spur
Organische Substanz . .	3.42
	100.00

Das Fluor wurde nicht quantitativ bestimmt.

Rhinoceros tichorhinus. Oberer Backenzahn.
(Von Klingenberg bei Aschaffenburg.)

Diese Zähne wurden zugleich mit den oben angeführten Resten dieses Thieres gefunden, und es lässt sich vielleicht vermuthen, dass sie einem und demselben Exemplare angehört haben.

Sie sind quadratisch und noch nicht sehr durch den Gebrauch abgenützt.

Bei der Grösse der Exemplare gelang es leicht, den Schmelz von der eigentlichen Zahnsubstanz zu trennen, und beide für sich allein zu analysiren.

Die Farbe der Zahnsubstanz war gelblich weiss, die des Schmelzes mit einem schwachen Stiche in's Bläuliche. An manchen Stellen waren beide, sichtlich durch Infiltration und Einwirkung von Aussen, schwärzlich gefärbt.

	Schmelz.	Zahnsubstanz.
Phosphorsaure Kalkerde .	83.11	54.65
Fluorcalcium . .	4.14	3.09
Kohlensaure Kalkerde .	7.66	12.80
Phosphorsaure Talkerde .	0.73	0.80
Thonerde, Eisenoxyd .	0.24	5.63
Schwefelsaure Kalkerde .	0.95	— —
Chlornatrium . .	Spur	Spur
Organische Substanz . .	3.17	23 03
	100.00	100.00
Organische Substanz .	3.17	23.03
Anorganische Substanz .	96.83	76.97
	100.00	100.00

Hyppopotamus Sentlandii. Schneidezahn.
(Aus der Mardolce-Höhle bei Palermo.)
Durch die Güte des Herrn *H. v. Meyer* erhalten.

Phosphorsaure Kalkerde . .	66.06
Phosphorsaure Talkerde . .	1.10
Kieselerde	2.97
Schwefelsaure Kalkerde, kohlensaure Kalkerde, Fluorcalcium, Spur von Eisen und Chlornatrium . . .	26.88
Wasser	2.99
	100.00

Elephas primigenius. Backenzahn.
(Von Klingenberg bei Aschaffenburg.)

Ebenfalls mit den schon öfter erwähnten fossilen Resten in Klingenberg gefunden.

Der Zahn, welcher noch ziemlich wohl erhalten ist, zeigt bandförmige, schmale Lamellen, die wellenartig und dicht an einander gedrängt sind, und die äusseren dieser Lamellen erscheinen nicht unbedeutend abgenützt.

Die Farbe der eigentlichen Zahnsubstanz ist weiss, die des Schmelzes grauweiss. Indessen waren auch hier, sichtlich durch Einwirkung von Aussen, einzelne Partieen des Zahnes schwärzlich gefärbt.

Es war nicht recht möglich, beide mit Sicherheit zu trennen, indem das Exemplar verwitterter erschien, als der Zahn vom *Rhinoceros*, und so wurden beide Substanzen zusammen in Untersuchung genommen.

Es ergab sich:

Phosphorsaure Kalkerde	62.83
Fluorcalcium . .	4.15
Kohlensaure Kalkerde .	14.99
Phosphorsaure Talkerde	2.11
Chlornatrium . .	Spur
Kieselerde . .	0.32
Thonerde, Eisenoxyd .	Spur
Organische Substanz .	15.60
	100.00

Organische Substanz .	15.60
Anorganische Substanz	84.40
	100.00

Elephas primigenius. Backenzahn.

(Aus dem Diluvium der Rheingegenden.)

Ich weiss über den Fundort dieses Zahnes nichts weiter anzugeben, als dass selber mit andern fossilen Knochen, die ich aber ebenfalls nicht näher zu bezeichnen vermag, im Diluvium der Rheingegenden gefunden worden ist. Seine äussere Gestalt ist wie die des eben angeführten, seine Farbe aber ist dunkelbraun mit röthlichen und gelben Adern und Streifen, so dass er dem Bandjaspis ähnelt. Es ist vorzugsweise die eigentliche Zahnsubstanz, welche diese Fäbung zeigt, welche

offenbar von einem geringen einfiltrirten Antheile eisenhaltiger Thonerde herrührt, denn man kann deutlich an Stellen, wo der Schmelz durch frischen Bruch bemerkbar ist, wahrnehmen, dass diese weniger gefärbt ist und nur einen schwach graubraunen Ton hat. Es war der Zahnschmelz härter und fester, als der von ihm unschlossene Zahnknochen, der Infiltration fremder Substanzen weniger zugänglich. Zahnknochen und Schmelz waren so innig verwachsen, dass eine Trennung beider auf keinerlei Weise gelang, und es wurden mithin wieder beide zusammen analysirt.

Es wurde erhalten:

Phosphorsaure Kalkerde	68.43
Fluorcalcium . .	3.72
Kohlensaure Kalkerde .	15.46
Phosphorsaure Talkerde	1.34
Chlornatrium . .	Spur
Kieselerde . .	0.80
Thonerde, Eisenoxyd .	1.11
Organische Substanz .	9.14
	100.00

Organische Substanz .	9.14
Anorganische Substanz	90.86
	100.00

Die fossilen Reste von Klingenberg sind, ehe sie in meinen Besitz kamen, vom Hrn. Professor *Klippstein* untersucht und bestimmt worden, und ich nehme keinen Anstand, gestützt auf diese Autorität, die hier beschriebenen mit *Elephas primigenius* zu bezeichnen. Man hat früher alle Reste von fossilen Elephanten so benannt, welche, so wie die in Rede stehenden, denen der noch in Asien lebenden Elephanten ähnlich sind, während man jene, die der Form des afrikanischen sich nähern, *Elephas priscus* genannt hat.

Später hat man nach der Form, Grösse und Anzahl der Zähne, nach der Stellung und Wellenform der Lamellen und der grösseren oder geringeren Erhebung der Schmelzbüchsen über

die Zahnsubstanz verschiedene andere Abtheilungen angegeben. So: *Elephas panicus*, *Fischer*; *E. proboletes*, *F.*; *E. pygmaeus*, *F.*; *E. campylotes*, *F.*; *E. Kamenskii*, *F.*; *E. odantotyrannus*, *Eichwald*; *E. meridienalis*, *Nesti*.

Bronn bemerkt indessen, gewiss mit grossem Rechte, dass die Unterschiede, welche in Bezug auf Alter und Geschlecht, so wie auf Individualität und äussere Verhältnisse in der Zahnbildung sowohl, als auch an andern Theilen stattfinden, an den noch lebenden Elephanten zu wenig beobachtet worden sind, um mit Sicherheit die Feststellung der Selbstständigkeiten solcher Arten begründen zu können.

Ursus spelaeus. Backenzahn.
(Aus der Hermenetzer Knochenhöhle.)

Dieser Zahn ist aus dem oben angeführten Oberkiefer von *Ursus spelaeus*, aus der Hermenetzer Knochenhöhle, genommen.

Da es nicht möglich war, den Schmelz von dem Zahnknochen genau zu trennen, wurde die von Schmelz freie Zahnwurzel für sich, und eben so die Krone mit der Glasur untersucht.

	Krone mit der Glasur.	Zahnwurzel.
Phosphorsaure Kalkerde .	64.03	62.21
Fluorcalcium . . .	2.51	2.09
Kohlensaure Kalkerde . .	1.46	1.50
Phosphorsaure Talkerde .	8.25	8.00
Chlornatrium . . .	0.30	0.29
Organische Substanz . .	23.45	25.91
	100.00	100.00
Organische Substanz . .	23.45	25.91
Anorganische Substanz . .	76.55	74.09
	100.00	100.00

Fischzahn, *Acrodus Agass.*
(Aus den oberen Lagen des Muschelkalkes von Sennfeld bei Schweinfurt.)

Der Zahn war 6‴ lang und 2.5‴ breit. Die Zahnkrone mit einer Längsfalte und vielen unregelmässig mit einander ver-

bundenen Querfalten. Schwarz durch die ganze Masse, mit glänzendem Bruche, die Glasur, im Bruche durch stärkeren Glanz erkennbar, aber nicht abzulösen.

Ich habe früher in *Erdmann's* Journal *) einige Andeutungen über die Gebirgsform gegeben, in welcher diese Zähne gefunden wurden, und bemerke deswegen hier nur noch, dass ich mittlerweile noch verschiedene Bruchstücke von Saurierzähnen und eben so Fischzähne gefunden habe. Die Analyse ergab:

Phosphorsaure Kalkerde m. Fluorcalcium	90.01
Kohlensaure Kalkerde . .	1.80
Phosphorsaure Talkerde . .	0.52
Thonerde, Eisenoxydul . .	3.07
Kieselerde	2.43
Organische Substanz, Verlust .	2.17
	100.00

F i s c h z a h n.

(Aus einer alten Sammlung. Angeblich aus der Kreideformation.)

Glasur bräunlich, innere Substanz weiss. 8''' hoch, an der Basis 6''' breit. Die Spitze etwas abgerundet. Ohne Nebenzähne. Innen flach, aussen schwach gewölbt. Zu der Familie der Squaliden oder Haie gehörig.

	Ganze Substanz.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	85.01
Kohlensaure Kalkerde . . .	9.11
Phosphorsaure Talkerde . .	0.45
Thonerde mit wenigem Eisen . .	14.89
Kieselerde	Spur
Verlust	0.54
	100.00

Beim Glühen des Zahnes schwärzte sich die Glasur, jedoch kaum merklich und schnell vorübergehend. Die innere Substanz veränderte die Farbe nicht. Es war mithin doch in der Glasur noch eine, wenn auch geringe Menge, von organischer Substanz

*) Erdmann's u. Marchand's Journal f. p. Chemie. B. 26. p. 8. 1842.

zurück, welche indess auf keine andere Weise, als durch Glühen, nachgewiesen werden konnte.

Menschenknochen.
(Aus einem alten Grabhügel.)

Diese Knochen wurden bei Eröffnung eines heidnischen Grabhügels in der Nähe von Schwebheim in Unterfranken gefunden. Es fanden sich blos ein Femur und eine Tibia, nebst Bruchstücken anderer Röhrenknochen, die nicht mehr wohl zu bestimmen waren. So sorgfältig ich auch bei Abtragen der Steine und Erdschichten, die den Hügel bildeten, zu Werke gehen liess, konnte doch keine Spur von Schädelknochen und Rippen, so wie von Wirbelkörpern entdeckt werden.

Es wäre nicht unwichtig, durch Hülfe der Archäologie bestimmen zu können, wie lange diese Knochen in der Erde gelegen haben, aber es ist diess schwer, da ziemlich verschiedene Ansichten in diesem Bezuge herrschen, und man eigentlich bis jetzt in diesem Felde noch wenige Sicherheit erworben hat. Altgermanisch ist der Grabhügel wohl jedenfalls, und so mögen die Knochen wohl sicher 1500 Jahre und darüber alt seyn.

Die länglichrunde Erhöhung war aus Feldsteinen gebildet, von verschiedener Grösse und aus verschiedenen Arten der Umgegend, einige auch von weiter entfernten Plätzen zusammengetragen. Ich habe diess an mehreren, in hiesiger Umgegend geöffneten Gräbern zu beobachten Gelegenheit gehabt, und bin im Stande, solches mit Sicherheit angeben zu können, indem ich die ganze Umgegend so ziemlich genau geognostisch durchforscht habe, und mir mithin das Vorkommen der einzelnen Gesteine vollkommen bekannt ist. Ich führe hier aber diese Umstände etwas genau und ausführlich an, weil es vielleicht möglich ist, mehr Sicherheit, in Bezug auf das Alter des Grabmahles und der Knochen selbst, durch solche zu erlangen, welches, wie gesagt, in chemischer Beziehung nicht unwichtig ist.

So habe ich den in Rede stehenden Hügel theilweise aus Gesteinen zusammengesetzt gefunden, welche der Form des oberen Keupersandsteines angehören, und welche nur allein in

dem etwa 3 Wegstunden weit entfernten Steigerwalde vorkommen; andere Steine waren Tuffe, etwa $1\frac{1}{2}$ Stunde vom Hügel entfernt, in einem Torfmoore auftretend. Man trifft nun wohl auch hier und da aus dem Steigerwalde stammende Steinfindlinge in unserem Flachlande, aber solche sind jedesmal mehr oder weniger abgerundet und geschliffen, während die in unserem Grabhügel gefundene scharfkantig sind, und durchaus nicht als Geschiebe betrachtet werden können.

Es herrschte also zu jener Zeit wahrscheinlich der Gebrauch, dass bei der Beerdigung angesehener Personen, die aus der Nachbarschaft her zur Begräbnissfeier Kommenden einen Stein aus ihrer Gegend mitbrachten, um den Grabhügel des Verstorbenen bilden zu helfen.

Hat man diess auch anderwärts beobachtet?

Stellt sich die Wirklichkeit dieses Gebrauches her, welcher Zeit gehörte er an?

Die Länge des Hügels betrug an 18′, seine Breite 12′ und seine Höhe 6—7′. Die Längslinie des Hügels war von Nord nach Süd gerichtet, und dessen Oberfläche in der Mitte etwas, jedoch nur wenig eingesunken. Die Grundlage des ganzen Steinhaufwerkes war die durchaus nicht veränderte Erdoberfläche, wie mich Nachgrabungen an dieser Stelle selbst sowohl, wie in der Nachbarschaft überzeugten. Auf dieser unveränderten Erdoberfläche fanden sich die Knochenreste vor, und es scheint mithin, die Art die Todten zu begraben, die gewesen zu seyn, dass der Leichnam auf die freie Erde gelegt, und sodann mit Steinen bedeckt wurde. Der Lage des aufgefundenen Femurs und der Tibia nach, war der Körper mit dem Haupte gegen Nord gelegen. An den beiden Längsenden des Hügels, also wahrscheinlich in der Nähe des Kopfes und der Füsse wurden zwei rohgearbeitete, und sichtlich mit den Händen und nicht auf der Scheibe geformte Thongefässe gefunden, von bauchiger rundlicher Gestalt und ziemlich weitem, oben etwas ausgebogenem Halse. Von Waffen oder Ueberbleibseln sonstiger Geräthschaften konnte keine Spur entdeckt werden. Die Zwischenräume zwischen den Steinen, aus welchen der Hügel bestand, waren durch die Länge der Zeit mit Sand und

Erde ausgefüllt worden, und so kam es, dass der Hügel stellenweise mit Gesträuche bewachsen war.

Die Oberfläche der Knochen selbst erschien zerfressen und verwittert, was natürlich ist, da sie wohl lange Zeit, bis durch von Aussen zugeführte Erde sich eine dichtere Decke um selbe gebildet hatte, den Einflüssen der Athmosphäre ziemlich preisgegeben waren. Die Gelenkköpfe fehlten. Die Analyse derselben ergab:

	Femur.
Phosphorsaure Kalkerde m. etwas Fluorcalcium	72.55
Kohlensaure Kalkerde . . .	10.18
Phosphorsaure Talkerde . . .	0.95
Kohlensaures Natron . . .	0.40
Chlornatrium . . .	Spur
Kalkseife	Spur
Organische Substanz . . .	15.92
	100.00

Organische Substanz . . .	15.92
Anorganische Substanz . . .	84.08
	100.00

Die Zusammensetzung der Tibia war dieselbe. Fluor war kaum mehr vorhanden, als in frischen Knochen.

Knochen aus einem Torfmoore.

Bei dem Dorfe Spiesheim in Unterfranken befindet sich ein ziemlich bedeutendes Torflager, welches seit einigen Jahren abgestochen wird, und es haben sich bei dieser Gelegenheit in den oberen Schichten des 4′—5′ mächtigen Torflagers Säugethierknochen gefunden, welche sowohl ihrer eigenen Form, als auch den zugleich mit ihnen vorkommenden Schädelresten und Zähnen nach Wiederkäuern angehört haben, und das zwar vorzugsweise den Geschlechtern *Bos* und *Capra*. Ich glaube, dass diese Knochen solche noch lebender Thiergattungen sind, welche vielleicht in früherer Zeit dorthin geworfen, und der Verwesung überlassen wurden; oder es mögen die Thiere auch im Moore verunglückt seyn.

Jedenfalls ist das Torflager, jetzt in so weit trocken, dass es benützt werden kann, früher ein Wasserbecken und sodann ein Sumpf gewesen. Ich habe früher schon die geognostischen Verhältnisse dieses Lagers in *Erdmann's* Journal *) beschrieben, und begnüge mich, hier nur zu wiederholen, dass das Liegende des Torfes Keupergyps ist, der in den bunten Mergeln des Keupers häufig in grösseren Lagern auftritt.

Wurden diese Knochen von der bisweilen ziemlich fest anhängenden Torfsubstanz gereinigt, so zeigten sie an ihrer Oberfläche eine glänzende dunkelbraune Farbe, welche bei einigen derselben sich durch die ganze Masse des Knochens erstreckte, bei andern, wie Durchschnitte zeigten, mehr oder weniger gegen die Mitte der compacten Substanz zu sich verlor, so dass diese bei einigen Exemplaren blos schwach gelblich gefärbt erschien. Ich glaube, dass nicht die längere oder kürzere Zeit, in welcher die Knochen im Torfe gelegen sind, sondern die mehr oder weniger feste Struktur der einzelnen Knochen selbst, diese Erscheinung bedingt, denn es waren Knochen, die hoch oben im Lager gefunden wurden, durch die ganze Masse gefärbt, während wieder andere, tiefer aufgefundene, nicht vollkommen durchgefärbt waren.

Die Knochen, denen fast allen die Gelenkköpfe fehlten, waren im Uebrigen ziemlich fest, nur zeigten sie einige Neigung der Länge nach zu splittern. Quantitativ habe ich nur einen derselben, der durch die ganze Masse braun gefärbt war und einem Ochsen angehörte, untersucht, Er enthielt:

Phosphorsaure Kalkerde . . .	56.77
Fluorcalcium	3.37
Schwefelsaure Kalkerde . . .	4.04
Kohlensaure Kalkerde . . .	11.53
Phosphorsaure Talkerde . . .	0.57
Durch Kali ausziehbare und durch Säure wieder fällbare Substanz	0.34

*) Journal f. p. Chemie von O. L. Erdmann und R. F. Marchand. B. 19. p. 94. 1840.

Salze	1.01
Organische Substanz	22.37
	100.00

Organische Substanz . . .	22.37
Anorganische Substanz . . .	77.63
	100.00

Theilweise verseifter Knochen einer menschlichen Fettleiche.

Im Winter 1843 wurde ohnweit des Dorfes Ostheim in Unterfranken vom Hochwasser des Maines eine menschliche Leiche, weiblichen Geschlechtes, ausgeworfen. Die unteren Extremitäten, vom Kniegelenke an, fehlten, eben so der Kopf. Nachforschungen jeder Art, wem der Körper angehört haben mochte, blieben fruchtlos, und es wurde deshalb der Schluss gezogen, dass derselbe einem vor längerer Zeit verunglückten Individuum angehöre. Es wurde keine Spur einer Bekleidung an derselben gefunden.

Die Leiche selbst bot einen widerlichen Anblick dar, und es konnten nach der gerichtlichen Besichtigung die zur Beerdigung bestellten Personen nur mit Mühe dazu gebracht werden, ihr Amt zu vollführen. Durch die gefällige Güte meines verehrten Freundes, des jetzigen Hrn. Profes or *Rothmund,* der jenesmal Gerichtsarzt in der bezeichneten Gegend war, erhielt ich Stücke der Leiche zur Untersuchung und habe Folgendes gefunden.

Die übersendeten Theile waren ein Theil des Oberschenkels vom Knochen abgelöst, und eine der ächten Rippen mit noch etwas anhängenden Weichtheilen. Sämmtliche Weichtheile waren, mit Ausnahme der äusseren Haut, in eine grauweisse homogene, fettige Masse verwandelt, die sich bröckelte und zwischen den Fingern leicht zerreiben liess, und dabei einen ziemlich durchdringenden Leichengeruch verbreitete, die Oberhaut war dunkelbräunlich und etwas fester, als die tiefer liegenden Parthien, dennoch aber ebenfalls im Mörser zerreiblich und nicht schwer zu zertheilen.

Es musste sich unwillkürlich die Idee aufdrängen, eine Fettleiche vor sich zu haben, und es stellte sich auch in der That durch die Untersuchung klar heraus, dass diess der Fall war. Es erscheint solches nicht uninteressant, und ich sehe mich, besonders auch wegen der theilweisen Zersetzung des Knochens, veranlasst, hier eine kleine Abschweifung zu Gunsten des Leichenfettes Adipocire, oder der Leichenseife zu machen.

In der neueren Literatur, welche mir zu Gebot steht, habe ich wenige Aufschlüsse über diese Stoffe gefunden. *Berzelius* sagt: *)

»Unter dem Namen Adipocire, (Fettwachs) beschrieb *Fourcroy* ein Fett aus Leichen, die aus einem Kirchhof zu Paris ausgegraben worden waren, und welches er für eine Verbindung einer eigenen fettartigen Materie mit Ammoniak hielt. *Chevreul* zeigte später, dass es nichts anderes, als verseiftes Menschenfett gewesen ist, dessen fette Säuren damals *Fourcroy* unbekannt waren, und dass sie darin theils frei, theils mit Ammoniak und Kalkerde und Talkerde verbunden, enthalten gewesen sind.«

Diess ist so ziemlich der Ausdruck dessen, was ich auch anderwärts über diesen Gegenstand gefunden habe.

Die früheren Angaben über Leichenfett oder das sogenannte Fettwachs von *Thénard* **) enthalten etwa Folgendes:

Menschliche Leichname unter gewissen Bedingungen in der Erde liegend, verwandeln sich in eine Verbindung eines Adipocire mit Ammoniak, oder in eine Ammoniakseife, blos mit wenigen Beimischungen phosphorsaurer Salze von Natron, Ammoniak und Kalk. *(Fourcroy.)*

Sie verwandeln sich in eine Ammoniakseife, aber dieselbe enthält zugleich bedeutende Mengen von Kalk und Kaliseife und geringere Mengen von Milchsäure, milchsaurem Kali und Kalk, phosphorsauren Kalk, Eisenoxyd, Talkerde, gelben Farbstoff, stickstoffhaltige Substanz und ein riechendes Princip. *(Chevreul.)*

---

*) Lehrbuch der Chemie. Ausgabe IV. B. 9. p. 602.

**) Lehrbuch der theol. u. path. Chemie von B. J. Thenard. Uebersetzt v. Th. Fechner. B. IV. p. 1228.

Die Substanz, welche mit Ammoniak, Kali und Kalk die Seife bildet, ist Margarin und Oelsäure. *(Chevreul.)*

Das quantitative Verhältniss der Ammoniakseife zwischen Ammoniak und Fettsäure ist verschieden. *(Fourcroy.)*

Diese Leichenseife wurde zuerst von *Fourcroy* im Jahre 1786 auf dem Kirchofe *des innocens* entdeckt. Es lagen hier viele Leichen, blos durch die Sargwände getrennt, beisammen, und man fand auch an andern Orten dieselbe Erscheinung, aber nur, wenn die Leichen dicht gedrängt lagen.

Dieselbe Leichenseife hat *Eimbke* im Hamburger Domkirchhofe gefunden, und das zwar von Leichen, die schon Jahrhunderte in der Erde gelegen hatten.

Eine Menschenleber, die 10 Jahre an der Luft gehängt hatte, war in dieselbe Substanz verwandelt, als Leichenseife, die einige Monate der Luft ausgesetzt war.

Nach dem Zeugnisse der Todtengräber dauert es etwa 3 Jahre, bis die Leichname sich in Seife verwandeln. Doch findet man dann noch Spuren von Muskeln und dergleichen in ihnen, die später verschwinden.

Der Umfang der Muskeln nimmt bei dieser Umsetzung ab, und die Eingeweide scheinen ihr nicht zu unterliegen.

Die Eigenschaften der Leichenseife sind folgende:

Solche von Leichnamen, die erst 3—5 Jahre gelegen haben, ist weich, ductil, mit Muskelfaser u. d. noch durchsetzt, ist leicht und enthält viel Wasser.

Aeltere, von Leichnamen, die 30—40 Jahre gelegen haben, ist trockner, spröder, dichter, weiss, homogen und wachsähnlich. In sehr trockenem Erdreiche ist sie bisweilen transparent und hat weniger Wasser und Ammoniak, als die weiche Leichenseife, welche aber durch Trocknen sich ebenfalls auf diese Weise verändert.

Man bemerkt bisweilen glänzende, rothe, orange und Fleischfarbe-Parthien an derselben. »Besonders in der Gegend der selbst damit durchdrungenen Knochen.«

Als *Fourcroy* einen sehr heissen Sommer hindurch Leichenseife der Luft ausgesetzt hatte, zeigten die trockensten Stücke

derselben, die transparent und wachsähnlich geworden waren, keinen Ammoniak-Gehalt mehr.

Mit Wasser zerrührt, bildete die Leichenseife ein Magma, und bei Zusatz von mehr Wasser, erhielt man eine seifenwasserähnliche Flüssigkeit.

Alkohol von 40° B. greift bei gewöhnlicher Temperatur die Leichenseife nicht an, löst aber beim Kochen.

Nach diesen Angaben scheint man annehmen zu können, dass unter gewissen Bedingungen, vorzugsweise aber beim Abschluss der Luft, sich Muskelfleisch in Fett verwandelt, dass der Stickstoff, der bei dieser Umsetzung frei werden muss, zu Ammoniak umgebildet wird, welches mit dem neu entstandenen Fette eine Seife bildet, und dass ein Theil der Kalkerde und Talkerde, so wie der Alkalien, die sich im Körper befinden, ebenfalls verseift wird. —

Dass eine Leber, welche 10 Jahre an der Luft gehängt hatte, sich ebenfalls in Fettseife umsetzte, ist sehr eigenthümlich, und beruht vielleicht auf einem pathologischen Umstand, wenn es kein Irrthum ist. —

Ich will nun die Eigenschaften der Substanz angeben, welche ich untersucht habe.

Im Mörser mit Wasser zerrieben und längere Zeit damit in Berührung gelassen, löste sich scheinbar Nichts auf, und es schwamm die Substanz oben auf, während das Wasser klar und hell blieb. Wurde letzteres verdampft, so blieb ein kleiner Antheil einer Masse zurück, etwa 0,001, der sich als Ammoniakseife verhielt, mit Kalilauge behandelt, viel Ammoniak entwickelte, und ohne Rückstand verbrannte.

War die Substanz einigemal mit erneutem Wasser behandelt worden, hörte diese Erscheinung auf und es wurde nichts mehr ausgezogen.

Durch Alkohol von 85°, wurde in der Kälte ein Körper ausgezogen, welcher mehr Ammoniak zeigte, als die Substanz

an und für sich, aber weniger, als der Wasserauszug, indess löste Alkohol auch mehr auf, als Wasser.

Durch kochenden Alkohol wurde die ganze Substanz bis auf wenige Fasern und häutige Theile gelöst, und fiel nach dem Erkalten wieder heraus, in Gestalt sich an den Wänden und am Boden des Glases anhäufender kristallinischer Warzen, welche nach dem Trocknen ein rein weisses, körniges, trockenes Fett ergaben.

Diese Substanz zeigte kaum noch Spur von Ammoniak, denn ich erhielt bei drei Versuchen, die ich nach der Methode zur Stickstoffbestimmung von *Varrentrap* und *Will* damit anstellte, keine wägbare Menge von Platinsalmiak.

Wurde die Substanz, ehe sie auf solche Weise mit Alkohol behandelt worden war, mit Natronkalk verbrannt, nachdem sie vorher längere Zeit bei + 80° R. im Schmelzen erhalten worden war, und wurden bei dieser Gelegenheit, so viel als möglich, die fremden Theile entfernt, so erhielt ich stets sehr schwankende Resultate, nie aber mehr als 1 pCt. Ammoniak.

Wurde die rohe Substanz verbrannt, so blieb höchst geringe Spur von Asche zurück, in welcher sich blos Kalkerde nachweisen liess.

Die häutige Substanz, welche beim Behandeln mit kochendem Alkohol zurückblieb, zeigte kleine ihr anhängende Klümpchen einer weissen Substanz, die in Wasser und heissem Alkohol, so wie in Aether, scheinbar unlöslich war. Es gelang indessen durch Kochen mit grösseren Mengen Alkohol, solche theilweise zu lösen, und ich habe bei dieser Gelegenheit die Erfahrung gemacht, dass Kalkseife nicht in Alkohol so vollkommen unlöslich ist, wie gewöhnlich angegeben wird, denn es bewies sich die in Rede stehende Substanz als Kalkseife; sie verbrannte mit leuchtender Flamme, und die rückständige Asche bestand aus reiner kohlensaurer Kalkerde, ohne eine Spur von Phosphorsäure.

Es bestand demnach die ganze Masse der veränderten Leiche aus Fett, von dem ein kleiner Theil mit Ammoniak und ein anderer noch kleinerer Theil mit Kalkerde verseift war.

Vielleicht lässt sich sagen, dass, wenn die Umbildung des Körpers wirklich im Wasser vor sich gegangen ist, und die Leiche nicht etwa am Ufer vergraben, durch das Wasser ausgespült und so an's Land geworfen worden ist, dass selbe in der Tiefe des Wassers durch irgend Etwas festgehalten wurde, seyen es Wurzeln, Gestrüpp oder irgend ein anderer Gegenstand gewesen. Dass aber unter solchen Umständen die Ammoniakseife, die sich bildete, als solche nicht lange an Ort und Stelle blieb, lässt sich, ihrer leichten Auflöslichkeit im Wasser halber, leicht denken, und auf gleiche Weise sind die milchsauren Verbindungen entfernt worden.

Der Knochen, den ich zugleich mit den übrigen Theilen der Leiche erhalten hatte, war sehr leicht von solchen zu trennen. Er hatte den eigenthümlichen Geruch der Kalkseife, der zugleich an Fett erinnert, und nahm beim Reiben leicht Fettglanz an.

Als ein Theil desselben zerstossen und mit kochendem Alkohol behandelt wurde, zeigte sich, dass sich eine ziemliche Quantität Kalkseife hierdurch ausziehen liess, und ich habe diess auch bei der Analyse benützt, um die Menge der verseiften Kalkerde in demselben zu bestimmen.

Ich habe vorher indessen zu verschiedenen Malen Kalkseife bereitet, um ihr Verhalten beobachten zu können. Es wurde zu diesem Zwecke gewöhnliche käufliche Seife in warmem Wasser gelöst, durch Leinwand geseiht und mit überschüssiger Chlorcalcium-Lösung gefällt. Setzt man das Chlorcalcium nicht im Ueberschusse zu, so fällt die Kalkseife nur schwer zu Boden.

Hat man aber das Chlorcalcium in hinreichender Menge angewendet, so erhält man einen körnig flockigen Niederschlag, der leicht zu filtriren ist. Es wurde längere Zeit mit kaltem Wasser gewaschen, hierauf ausgepresst und getrocknet, und so eine Masse erhalten, die weiss und dem frischen Käse ähnlich war.

Wurde bis + 70 ° R. erwärmt, so erhielt man eine schwach bräunlich gefärbte, transparente Masse, die zerrieben ein weisses Pulver gab.

Mit kochendem Aether behandelt, trübte sich derselbe beim Erkalten und liess nach dem Eindämpfen eine Substanz zurück, die klebrig und bräunlichgelb gefärbt war, mit lichter Flamme brannte und kohlensaure Kalkerde zurückliess. Alkohol, absoluter sowohl als etwas wasserhaltiger, löste ebenfalls, wenn er kochend angewendet wurde, jedoch eben so wie Aether nur im geringem Maasse.

Nach dem Verdunsten des Alkohols blieb die Kalkseife als weisses Pulver in demselben Zustande zurück, in welchem sie zur Lösung angewendet worden war.

Auch Terpentinöl löste und verhielt sich so ziemlich wie Alkohol, nur schien die auflösende Kraft desselben noch schwächer zu seyn.

Als die Seife so lange mit stets erneuter concentrirter Salzsäure behandelt wurde, bis letztere keine Spur von Kalkerde mehr zeigte, und der Rückstand auf dem Filter hierauf zur Entfernung aller Säure mit Wasser hinreichend gewaschen worden war, blieb eine Fettsubstanz zurück, welche nicht die geringste Menge von Kalkerde mehr enthielt. Aber die Säure selbst enthielt neben der Kalkerde stets Spuren von organischer Substanz, so dass eine quantitative Trennung auf solche Art nicht zulässig erschien, und es war diess derselbe Fall, wenn mit verdünnter Säure gearbeitet wurde.

Ich habe deshalb die Kalkseife im Oelbade bei + 110° R. getrocknet, bis sie nicht mehr an Gewicht verlor, und die bräunlich gefärbte, transparente Masse hierauf verbrannt, um die Menge der Fettsäure und die der Kalkerde zu bestimmen. Durch mehrere Versuche habe ich mich überzeugt, dass die mit dem Fette verbundene Kalkerde sich jedesmal vollkommen in kohlensaure Kalkerde verwandelt, und dass man sogleich aus den beim Glühen erhaltenen Rückständen den Gehalt an reiner Kalkerde berechnen kann. Ich habe auf diese Weise in fünf Versuchen, auf 1,000 berechnet, reine Kalkerde erhalten: I. 0,0916, II. 0,1052, III. 0,0934, IV. 0,0966, V. 0,0940. Das hieraus berechnete Mittel wäre = 0,09616.

Als die Substanz, welche mit Alkohol aus den Knochen gezogen wurde, verbrannt wurde, erhielt ich für 1,000 Theile

derselben 0.0945 reine Kalkerde, und es scheint mithin keinem Zweifel unterworfen, dass ein Theil der Kalkerde des Knochens in eine Kalkseife umgewandelt worden ist.

Es wurde bei der Analyse des Knochens derselbe so lange mit Alkohol digerirt, bis nichts mehr durch denselben ausgezogen wurde, hierauf der rückständige Knochen sowohl, als die Kalkseife aufs Neue getrocknet und gewogen, und ersterer dann auf die gewöhnliche Weise weiter untersucht.

Ich habe erhalten:

Phosphorsaure Kalkerde	53.33
Kohlensaure Kalkerde .	1.51
Phosphorsaure Talkerde	1.00
Chlornatrium . .	0.62
Kalkseife . .	13.34
Knorpelsubstanz .	30.20
	100.00

Knorpelsubstanz . . .	30.20
Anorganische Substanz und Kalkseife	69.80
	100.00

Dass sich auch Chlornatrium fand, trotz dem, dass die Leiche längere Zeit im Wasser gelegen hatte, mag dadurch erklärt werden, dass die festere Substanz des Knochens anfänglich der Einwirkung des Wassers besser widerstand, und später mag selbes durch das allenthalben entstehende und den Knochen verseifende Fett geschützt worden seyn. Der phosphorsaure Kalk war $\acute{C}a^{8} + \ddot{\ddot{P}}^{3}$, mithin normal.

Ich glaube, dass die Bildung der Kalkseife auf Kosten des kohlensauren Kalkes geschehen ist.

Die obige Mittelzahl für den Kalkerdegehalt der Kalkseife = 0.09616 als vorläufig richtig angenommen, würden die 13.34 Kalkseife, 0.01283 Kalkerde enthalten, es wurde durch Einäscherung 0.0222 kohlensaurer Kalk gefunden, welches 0.01250 reiner Kalkerde entspricht, und mithin der gewünschten Zahl ziemlich nachkömmt.

Ich habe keine näheren Angaben, die auf Thatsachen gegründet gewesen wären, darüber auffinden können, ob die Um-

bildung thierischer Substanzen in Fett auf ähnliche Art, wie solches beim Abschluss der Luft durch Erde geschieht, auch unter fliessendem Wasser stattfindet. Aber ich erinnere mich, gehört zu haben, dass man vor einiger Zeit, namentlich in Frankreich, Fett für verschiedene technische Zwecke bereitet hat, indem Muskelfleisch von Thieren in durchlöcherten Kästen längere Zeit dem fliessenden Wasser ausgesetzt wurde.

Ob diess noch jetzt geschieht, vermag ich nicht anzugeben. Der vorliegende Fall aber macht es wahrscheinlich, dass eine solche Umbildung unter günstigen Bedingungen möglich ist.

Knochen einer ägyptischen Mumie.

Ich verdanke der freundlichen Gefälligkeit des Herrn Gerichtsarztes Dr. *Graf* einige Knochen einer Mumie, von welcher sich ein grösseres Stück schon längere Zeit im Besitze seiner Familie befand, und von welcher nicht angegeben werden kann, von woher sie gebracht worden ist.

Die Knochen bestanden aus einem Theil einer Rippe und einem Stückchen von Sternum. Die dem Knochen anhängende Substanz, die eigentliche Masse der Mumie, war glänzend schwarzbraun mit vollkommen glasigem Bruche, und leicht zu Pulver zu reiben. Die Knochen selbst waren etwas lichter braun und von geringem Glanze.

Durch Versuche, deren Näheres ich hier übergehe, habe ich gefunden, dass die glänzende schwarzbraune Substanz aus einem in Alkohol leicht löslichem Harze bestand, welches nach Verdunstung des Alkohols als glänzend braune, spröde und leicht zu pulvernde Masse zurückblieb, und welches ich nicht weiter untersucht habe, und ferner aus einer Substanz, welche sich in fettem Oele und in Terpentinöl leicht löste, und welche sich bei weiterer Untersuchung als Asphalt auswiess. Eigentlich als *Boussingault's* Asphaltène. Beim Auflösen blieb eine gewisse, in mehreren Versuchen ziemlich schwankende Menge erdiger Substanz zurück, welche, wenn sie durch Glühen von wenigem noch anhängendem Harze befreit worden war, Schwe-

felsäure, Kohlensäure, Phosphorsäure, Natron und Kalkerde zeigte.

Durch Wasser wurde eine geringe Menge eines Salzes ausgezogen, welches aus Schwefelsäure und Spuren von Kohlensäure, Natron und wenigem Kalke bestand. Aber es war durch das Wasser auch eine thierische Substanz ausgezogen worden, die durch salpetersaures Silber und essigsaures Blei gefällt wurde. Der Wasserauszug war schwach bräunlich gefärbt; wurde mit Terpentinöl geschüttelt, so sonderte sich eine harzige weisse Substanz ab, welche zwischen dem Wasser und dem Oele schwamm. Diese Substanz war nur in höchst spärlicher Menge zugegen. Es war deshalb unmöglich, eine Elementaranalyse damit vornehmen zu können, indessen erwiess die Probe von *Lassaigne* mittelst Kalium,*) dass dieselbe Stickstoffhaltig war. Sie verbrannte, ohne Asche zurückzulassen, mit heller Flamme. —

Es scheint, dass zur Bereitung oder Erhaltung dieser Mumie blos Asphalt angewendet worden ist. Das oben erwähnte, durch Alkohol ausziehbare Harz betrug etwa 10 pCt. der ganzen Substanz, und der Asphalt sollte eigentlich nur 5 pCt. eines gelben, durch Alkohol löslichen Harzes enthalten, aber manche Sorten von Asphalt haben sehr veränderliche Quantitäten ihrer näheren Bestandtheile überhaupt, so dass es wohl denkbar ist, dass hier ein Asphalt angewendet wurde, der mehr in Alkohol lösliche Theile besass.

Granville hat Wachs und Harz in der Mumiensubstanz gefunden. Nach Anderen soll Holzessig als das conservirende Mittel angewendet worden seyn, und es scheint demnach die Einbalsamirungsmethode eine sehr verschiedene gewesen zu seyn.

Nach dieser kleinen Abschweifung komme ich auf die Knochen der Mumie selbst zurück.

Die spongiöse Substanz der Rippen schien gänzlich verschwunden und durch Asphalt ersetzt. Die compacte Substanz der Rippen aber war höchst dünn, und auch sie schien, von

*) Journal f. p. Chemie. B. 29. p. 148.

der inneren Seite aus, vom Harze zum Theile verdrängt. Ich will hiermit nicht behaupten, als sey ein Theil der Knochenmasse in Asphalt umgeändert worden, denn es ist wohl möglich, dass zufällig das Individuum, welches mumificirt wurde, annormal dünne Knochen gehabt hat. Wenn man indessen den Gehalt des Asphaltes an phosphorsaurem Kalke erwägt, so lässt sich wohl denken, dass ein Theil des Knochens vom Asphalte aufgenommen worden ist. Jedenfalls aber ist dieser Fall bemerkenswerth und verdient die Aufmerksamkeit derjenigen, welche Gelegenheit haben, Mumienknochen zu untersuchen.

Es gelang, Durchschnitte der dünnen Knochenwand zuwege zu bringen, und Tab. II. Fig. 16 zeigt einen solchen, woran man sieht, dass die Markkanälchen und Knochenkörperchen und eben so die concentrischen Ringe um die Markkanälchen deutlich und fast besser, als bei manchen frischen Knochen, wahrgenommen werden können. Die Knochenkörperchen sind meist dunkel, und wie es das Ansehen hat, eben so wie die Markkanälchen mit Harz ausgefüllt, wie die braune Ausfüllungsmasse derselben bei den dünnen Durchschnitten deutlich erkennen lässt. Spalten, welche sowohl durch die anhängende und mitgeschliffene Harzmasse, als wie auch durch den Knochen gehen, sind bei letzteren durch eingedrungenes Harz ebenfalls bräunlich gefärbt. Wird der Knochen mit warmem Terpentinöl behandelt, so verschwindet die braune Ausfüllung der Markkanälchen und eben so die Farbe der Risse und Spalten, was wieder beweisst, dass dieselbe aus der Harzmasse selbst bestand, die in den Knochen und die Kanälchen eingedrungen ist.

Es wurde zum Behufe der Analyse des Knochens zuerst mit Alkohol, dann mit Terpentinöl und zuletzt wieder mit Alkohol ausgekocht, wodurch dieselbe vom Harze, wie es scheint, fast gänzlich befreit wurde, denn er hatte so behandelt nur noch eine schwach gelbliche Färbung behalten. Er wurde hierauf, wie es bei frischen Knochen geschah, getrocknet und eben so wie dort weiter behandelt. Es wurde erhalten:

Phosphorsaure Kalkerde . . .	34.46
Kohlensaure Kalkerde . . .	27.53
Phosphorsaure Talkerde . . .	1.90

Schwefelsaure Kalkerde . . .	0.82
Schwefelsaures Natron, kohlensaures Natron .	0.51
Knorpelsubstanz	34.78
	100.00

Organische Substanz . . .	34.78
Anorganische Substanz . . .	55.22
	100.00

Ein Theil der Salze wurde wohl schon durch das Behandeln mit Alkohol entfernt.

Durch Behandlung des Knochens mit verdünnter Salzsäure konnte Knorpelsubstanz erhalten werden, über welche weiter unten Einiges gesagt werden wird.

In Bezug auf den Weg, den ich bei den hier angegebenen Analysen fossiler Knochen eingeschlagen habe, habe ich, wo es nicht schon an Ort und Stelle geschah, wenig zu bemerken, indem die ziemlich einfache Zusammensetzung der untersuchten Knochen keine besonders kunstreichen Operationen erforderte.

Ich habe die phosphorsaure Kalkerde stets als $\dot{Ca}^3 + \ddot{\overline{P}}^3$ gefunden, indem ich, wie ich oben bei den Analysen der Knochen noch lebender Thiere angegeben habe, die Phosphorsäure aus dem Verluste berechnete.

Girardin und *Preisser* haben bei ihren Untersuchungen über fossile Knochen, deren ich schon oben erwähnte, ihr Augenmerk ebenfalls auf diesen Gegenstand gerichtet, und haben Folgendes angegeben: *)

»In den vor langer Zeit begrabenen menschlichen Knochen findet man immer eine weit grössere Menge von basisch phosphorsaurem Kalke, als in den frischen Knochen. Unter gewissen Umständen, welche nicht bekannt sind, erleidet dieses Salz merkwürdige Veränderungen, in Folge deren es sich grossen-

*) Erdmann's und Marchand's Journal für pract. Chemie. B. 29. p. 318. 1843

theils umwandelt in anderthalb basisch phosphorsauren Kalk, welcher in kleinen 6 seitigen Prismen an der Oberfläche der Knochen kristallisirt. Diese Umwandlung geht vor sich, ohne dass der ursprüngliche Bestandtheil an Menge zu oder abnimmt, sondern allein in Folge einer einfachen Veränderung in den Verhältnissen oder der Lage der Elementaratome im Salze, von der Art, dass das basisch phosphorsaure Salz der Knochen, welches eine anormale Zusammensetzung hat, $= 8 CaO, {}_3P_2 O_5$, in zwei neue beständigere Verbindungen zerfällt: neutrales phosphorsaures, und anderthalb basisch phosphorsaures Salz, deren Bildung sich leicht nach der folgenden Gleichung erklärt:



$$8 CaO, 3 P_2 O_5 = (2 CaO, P_2 O_5) + 2 (3 CaO, P_2 O_5).$$

Es ist höchst wahrscheinlich die Neigung des anderthalb basisch phosphorsauren Kalkes zu kristallisiren, welche dessen Bildung bewirkt. Viele Thatsachen beweisen die Beweglichkeit der Elemente des phosphorsauren Kalkes und der Eigenthümlichkeit leicht Veränderungen in seiner Zusammensetzung zu erleiden; ohne diese beiden Umstände würde derselbe nicht die Funktionen in der animalischen, wie in der vegetabilischen Oekonomie, welche ihn so wichtig machen, erfüllen können, wie *Berzelius* schon gezeigt hat.

Diese Umwandlung des basisch phosphorsauren Kalkes in zwei andere Verbindungen derselben Elemente unter dem Einfluss der Fäulniss, ist eine sehr merkwürdige Thatsache. Es ist zu erwähnen, dass die Kristalle des anderthalb basisch phosphorsauren Kalkes, welche sich so an der Oberfläche und im Innern der in der Erde begrabenen Knochen bilden, gleich sind denen des phosphorite cristallisée (Apatit) der Mineralogen, die einzige Art von phosphorsaurem Kalke, welcher in der Natur als Mineralspecies vorkömmt.

Fourcroy und *Vauquelin* behaupten, unter denselben Umständen die Bildung von saurem phosphorsauren Kalk beobachtet zu haben, aber diess ist wohl sehr zu bezweifeln.

Sicherlich bilden sich auch auf Kosten des basisch phosphorsauren Kalkes, ohne Zweifel durch eine doppelte Zersetzung, das phosphorsaure Eisen und Mangan, und zuweilen die

phosphorsaure Magnesia, welche man zuweilen in grösserer Menge in den fossilen Knochen vorfindet, als in den frischen.

In wieferne nun dieses Zerfallen der Knochenerde in zwei phosphorsaure Kalksalze bei fossilen, oder längere Zeit begrabenen Knochen stattfindet, will ich nicht entscheiden, indess habe ich auf der Aussenseite einiger der fossilen Knochen der Hermenetzer Höhle und auf den Knochen aus dem altgermanischen Grabe kleine Kristalle eines phosphorsauren Kalksalzes gefunden, welche ich für das von *Girardin* und *Preisser* beschriebene Salz halte. Aber der geringen Menge desselben halber, war mir eine quantitative Untersuchung unmöglich. Im Innern der Knochen, sowohl in den Röhren der Röhrenknochen, als auch in der spongiösen Substanz, habe ich weder mit freiem, noch mit bewaffnetem Auge diese Kristalle beobachten können.

In Betreff des Fluor, habe ich die Bemerkung aller Beobachter vollkommen bestätigt gefunden, dass nämlich die fossilen Knochen eine bedeutendere Menge dieses Körpers, als frische Knochen enthalten. Die grössere Menge desselben erleichtert auch bei den fossilen Knochen seine quantitative Bestimmung, und ich habe mich bei derselben der oben erwähnten Methode von *Wöhler* bedient, indem ich einen ähnlichen Apparat, wie zur directen Bestimmung der Kohlensäure anwendete, und die Knochen zugleich mit Kieselerde und Schwefelsäure behandelte.

Ich habe auf diese Weise meistens ziemlich übereinstimmende Resultate erhalten, wenn gleich diess nicht immer der Fall war.

Wenn nur ganz geringe Mengen von Substanz zu Gebot stehen, und eine quantitative Bestimmung des Fluor aus diesem Grunde nicht wohl stattfinden kann, bleibt immer der beste Weg, sich von der Anwesenheit dieses Körpers zu überzeugen, der, dass man sucht, auf einer mit Wachs überzogenen Glasfläche, auf welche man Schriftzüge radirt hat, Aetzung durch Behandlung der gepulverten Substanz mit Schwefelsäure und Erwärmung der Masse im Platintiegel hervorzubringen. Da beim Erwärmen des Platintiegels aber öfters der Wachsüberzug der Glastafel schmilzt, und einige auf die Rückseite des

Glases gebrachte Tropfen Wasser nicht immer dafür schützen, bisweilen wohl auch ein Zerspringen der Glastafel bewirken, habe ich mich meistens gläserner Kolben von einem bis zwei Schoppen Inhalt bedient, indem ich deren untere Aussenseite mit Wachs überzog, radirte, und selbe, nachdem sie mit kaltem Wasser gefüllt waren, der Einwirkung der Dämpfe aussetzte. Es gelingt auf diese Weise, ist diess auch mit einer überzogenen Tafel nicht immer der Fall, fast immer, nachdem der Wachsüberzug bei Seite geschafft worden ist, die Schriftzüge eingeätzt zu finden, besonders wenn nach dem Erkalten des Glases dasselbe behaucht wird.

Es sind die fossilen Knochen nicht so häufig der Gegenstand der chemischen Untersuchung gewesen, wie sie solches wohl verdienen, doch will ich einige Analysen anführen, die mir bekannt sind, und hierauf auf einige allgemeine Bemerkungen übergehen.

Fossile Knochen vom Montmartre.

Phosphorsaure Kalkerde	65.
Kohlensaure Kalkerde .	7.
Schwefelsaure Kalkerde .	18.
Wasser, Spur v. thierischer Materie	10.
	100

Die Erde, welche die Knochen umgab, enthielt:

Kohlensauren Kalk . .	59.5
Schwefelsauren Kalk . .	9.0
Kieselerde, Thonerde . .	31.5
	100.0

Vauquelin.

Fossile Knochen vom Broil.

Phosphorsaure Kalkerde .	68.50
Fluorcalcium . .	1.50
Kohlensaure Kalkerde .	10.30

Schwefelsaure Kalkerde	.	1.13
Schwefelsaures Kali	. .	0.02
Chlornatrium	. .	0.06
Kieselerde	. . .	0.25
Phosphorsaure Talkerde u. Mangan		Spur
Wasser	. . .	18.50
		100.26

Brandes.

Cervus megaceros, Rippe.
(Aus Island.)

Phosphorsaure Kalkerde m. Fluorcalcium		43.45
Kohlensaure Kalkerde	. .	9.14
Kieselerde	. . . .	1.14
Eisenoxyd	. . . .	1.02
Thierische Materie	. . .	42.87
Wasser, Verlust	. . .	2.38
		100.00

Als in kalter Salzsäure gelöst wurde, erhielt man normalen Knochenknorpel.

Stokes und *Abjohn.*

Fossiles Horn eines gigantischen Ochsen.
(Hornzahn? Hornsubstanz?)

Phosphorsaure Kalkerde	.	69.3
Kohlensaure Kalkerde	.	4.5
Phosphorsaure Talkerde	.	1.0
Schwefelsaure Kalkerde	.	Spur
Thonerde	. . .	0.7
Eisenoxyd	. . .	0.5
Eisenschüssiger Quarzsand	.	4.0
Bituminöse Materie	. .	4.4
Fester Leim	. .	4.6
Wasser	. . .	11.0
		100.00

Es wurde kein Fluor gefunden.

Braconnot.

Ursus spelaeus.
(Aus der Gailenreuther Höhle.)

	I.	II.
Phosphorsaure Kalkerde . .	62.11	56.01
Fluorcalcium	2.12	1.96
Kohlensaure Kalkerde . .	13.24	13.12
Phosphorsaure Talkerde . .	0.50	0.30
Schwefelsaure Kalkerde . .	12.25	7.14
Kieselsäure	2.12	2.15
Eisenoxyd } Manganoxyd } . . .	2.12	2.00
Thierische Substanz . . .	4.20	16.24
Natron, Verlust . . .	1.34	1.08
	100.00	100.00

Die mit I bezeichnete Analyse war mit Knochen angestellt worden, welche nahe unter der Oberfläche des Bodens lagen, die mit II sind solche, die aus einer beträchtlichen Tiefe gegraben worden waren.

F o s s i l e H i r s c h a r t e n. Femur.
(Fundort: unbekannt.)

Phosphorsaure Kalkerde .	54.15
Fluorcalcium	2.08
Kohlensaure Kalkerde . .	19.26
Phosphorsaure Talkerde .	2.12
Schwefelsaure Kalkerde .	12.24
Thierische Substanz . .	7.25
Eisenoxyd, Manganoxyd, Verlust	2.90
	100.00

Marchand.

F o s s i l e r M e n s c h e n s c h ä d e l.

Dieser Schädel verdient vermöge der in ihm durch *Kersten* aufgefundenen Bestandtheile, allerdings die Bezeichnung f o s s i l, indem dabei keineswegs die Zeit in Betracht gezogen zu werden braucht, die dieselbe zum Umtausch seiner früheren Bestandtheile in seine gegenwärtigen bedurfte. *Kersten* erhielt

Theile desselben aus dem Nachlass des Apothekers *Teschen* zur Untersuchung.

Der Fundort des Exemplares ist unbekannt, aber *Kersten* vermuthet, und wie aus dem Resultate der Analyse hervorgeht, nicht mit Unrecht, dass dieser Schädel in einer Braunkohlengrube, oder an einem ähnlichen Orte, seine Verwandlung erlitten habe.

Derselbe erschien gleichförmig in eine Masse verwandelt, braunerdig, glanzlos und ziemlich schwer. Es war auch mit bewaffnetem Auge keine Spur von Knochensubstanz wahrzunehmen. Durch die trockene Destillation war keine Spur von Ammoniak zu finden, sondern saure Wasserdämpfe, brennbares Gas und später braunes, dickflüssiges, übelriechendes Brandöl.

Der Rückstand nach der trockenen Destillation äusserte eine schwache Wirkung auf den Magnet.

Durch Kalilauge wurde aus der frischen Substanz eine tiefbraune Flüssigkeit ausgezogen. Es wurde bei der Analyse erhalten:

Eisenoxyd u. Manganoxyd, sehr phosphorsäurehaltig	41.90
Erdige, in Säuren unlösliche Substanzen . . .	2.40
Organische, braunkohlenartige Substanz . . .	46.15
Wasser	9.00
Schwefelsaurer Kalk	Spur
	99.45

Kersten glaubt nach diesem Resultate annehmen zu können, dass der umgewandelte Schädel halb aus Braunkohle und halb aus Brauneisenstein besteht.

Nach Versuchen, die *Kersten* über diesen Gegenstand angestellt hat, ist er zu folgender Ansicht über diese Metamorphose gekommen, die ich hier mit seinen eigenen Worten anführen will*).

»Da die Braunkohlen bekanntlich mit der Varietät Schwefelkies, welche sich leicht zersetzt, gemengt sind, so enthalten die

*) Annalen der Physik und Chemie von Poggendorf B. 53 p. 390. 1841

Massen in Braunkohlengruben häufig schwefelsaures Eisenoxyd· Die Knochenerde der Menschenknochen besteht aus 11.3 pCt. kohlensaurem Kalke und 32 pCt. phosphorsaurem Kalke. Ist also der fragliche Schädel längere Zeit mit dergleichen Wässern in Berührung gewesen, so hat der kohlensaure Kalk das Eisensalz zersetzt, und es hat sich an seiner Stelle Eisenoxydhydrat niedergeschlagen und Gyps gebildet, welcher nach und nach ausgelaugt wurde. Auf ähnliche Weise hat sich auch der basisch phosphorsaure Kalk verhalten. —

Derselbe ist nämlich theils durch die freie Schwefelsäure, theils durch das Eisensalz in den Wässern decomponirt. —

Durch Umtausch der Bestandtheile bildet sich basisch phosphorsaures Eisenoxyd und Gyps, der vom Wasser fortgeführt wurde. —

Das Resultat der Einwirkung von Wasser, welches schwefelsaures Eisenoxyd aufgelöst enthält, auf Knochenerde, oder die anorganischen Theile der Knochen, ist Eisenoxydhydrat — und diese Substanzen sind gerade die unorganischen Bestandtheile in dem untersuchten Schädel, der Hauptsache nach. Digerirt man basisch phosphorsaure Kalkerde mit schwefelsaurem Eisenoxyd, so entfärbt sich nach und nach die gelbe Flüssigkeit, und es schlägt sich phosphorsäurehaltiges Eisenoxyd nieder, während die Flüssigkeit Gyps enthält.«

Backenzahn eines Mammut.
(Von Liedberg.)

	Schmelz.	Zahnsubstanz *).
Phosphorsaure Kalkerde .	63.97	57.00
Fluorcalcium . . .	4.54	3.20
Kohlensaure Kalkerde .	22.57	25.77
Phosphorsaure Talkerde .	Spur	2.55

*) Ich habe diese Notiz aus dem „Handbuch der theoret. Chemie von L. Gmelin“ B. II. Abth. II. pag. 1363. Ausg. 3, gezogen, da mir „Schweiger's Journal f. Chemie u. Physik“, die Originalstelle, nicht zugänglich war. Aber ich vermuthe einen Druckfehler. Vielleicht müsste es heissen: Thierische Substanz: 10.63.

	Schmelz.	Zahnsubstanz.
Thierische Substanz m. wenig Wasser	9.45	1.63
Thonerde, Eisen, Mangan .	—	Spur
	100.53	90.15

Bergmann.

Zähne eines fossilen Bären.

Phosphorsaure Kalkerde .	70
Kohlensaure Kalkerde .	16
Thierische Substanz .	14
	100

Lassaigne.

Zähne des Anoplotherium.

Phosphorsaurer Kalk .	37
Fluorcalcium . .	15
Thonerde . .	10
Kieselerde . .	35
Eisen und Manganoxyd .	3
	100

Lassaigne.

Wenn wir die Bestandtheile betrachten, die sich aus diesen Analysen älterer und neuerer Zeit, als den fossilen Knochen angehörig, oder wenigstens zum Theil in ihnen vorkommend, ergaben, bemerken wir sogleich, dass deren Hauptbestandtheil, der wenigstens nie vollkommen fehlt, die phosphorsaure Kalkerde ist.

*Berzelius**) sagt schon in Bezug auf frische Knochen, dass die wahrscheinliche Zusammensetzung der Knochenerde $\dot{\text{Ca}}^{2}\,\ddot{\text{P}} + \dot{\text{Ca}}^{3}\,\ddot{\text{P}}$, sey, statt $= \dot{\text{Ca}}^{8}\,\ddot{\text{P}}^{3}$, nämlich ein Doppelsalz von 1 Atom neutralem und 2 Atomen basischem Salz, »ähnlich gewissen auf gleiche Weise zusammengesetzten Silicaten, die so häufig als Mineralien vorkommen.«

---

*) Lehrbuch der Chemie v. Berzelius. B. IX. p. 543. Ausgabe IV.

Girardin und *Preisser* behaupten, wie ich oben bemerkte, dasselbe von den fossilen Knochen. Es sey aber diess, wie es wolle, so steht wenigstens fest, dass das phosphorsaure Salz, welches in den fossilen Knochen sowohl, als wie in denen der noch jetzt lebenden Thiere vorkommt, die procentische Zusammensetzung von 51.549 Kalkerde und 48.451 Phosphorsäure hat.

Auch die phosphorsaure Talkerde ist fast in allen fossilen Knochen gefunden worden, einige ältere Untersuchungen ausgenommen, und sie scheint ein so treuer Begleiter der Kalkerde im thierischen Organismus zu seyn, wie sie es im Mineralreiche ist.

Eben so fehlt fast selten oder nie die kohlensaure Kalkerde.

Aber das quantitative Verhältniss dieser drei Substanzen erleidet bei fossilen Knochen sehr verschiedene Modificationen, und es ist nicht wohl möglich, über diese Veränderungen mit einiger Sicherheit Aufschluss zu geben.

Bei einigen der vorstehenden, von mir ausgeführten Analysen ist die verschwundene organische Substanz so ziemlich durch den kohlensauren Kalk ersetzt. So ist diess bei den Knochen des *Elephas primigenius* und *Rhinoceros tichorhinus* von Klingenberg, des *Cervus megaceros* von Grafenrheinfeld, und dem Oberkiefer eines schweinartigen Thieres von Muggendorf der Fall.

Aber bei den Knochen aus der Höhle von Hermenetz hat sich die organische Substanz, gegen frische Knochen gerechnet, nur um wenige Procente vermindert, und dennoch ist die kohlensaure Kalkerde auf eine überraschende Weise vermehrt. Hier scheint die Vermehrung des kohlensauren Kalkes auf Kosten des phosphorsauren Kalkes vor sich gegangen zu seyn. Denn eine Abnahme der ganzen Knochensubstanz, Knorpel und Knochenerde zusammen genommen, und Eintreten des kohlensauren Kalkes an deren Stelle, fällt von selbst durch die Anwesenheit der organischen Substanz weg.

Bei den Knochen aus der Gailenreuther Höhle, die *Marchand* untersucht hat, ist bei Anal. 1. die organische Substanz

fast gänzlich durch kohlensaure und schwefelsaure Kalkerde ersetzt, während bei II., den tiefer liegenden Knochen, bei derselben Menge von kohlensaurem Kalke sich weniger phosphorsaurer Kalk, aber jedenfalls die Hälfte der normalen Menge organischer Substanz vorfindet.

Es muss nun wohl angenommen werden, dass die Lagerstätte solcher umgewandelter Knochen die Umwandlung selbst bedingt, und es werden hier sowohl die umgebenden Gesteine und Erden, als auch die Einflüsse der mit Mineralsubstanzen geschwängerten Wasser und der mehr oder weniger gehinderte Zutritt der atmosphärischen Luft umändernd einwirken. Die Markkanäle und Gefässe der Knochen reichen nicht hin, um bei der bedeutenden Menge von kohlensaurem Kalke, die bisweilen in den fossilen Knochen angetroffen wird, solche durch blose Infiltration zu erklären, und man wird also, z. B. in den beiden vorliegenden Fällen, wo einmal die organische Substanz durch kohlensauren Kalk verdrängt ist, das andere Mal aber der phosphorsaure Kalk, annehmen müssen, dass ein Austausch der Substanzen stattgefunden hat.

Ob es möglich ist, dass Wasser, welches kohlensauren Kalk aufgelöst enthält, Knochenerde aufzulösen und zu entfernen vermag, weiss ich nicht; es scheint diess indess doch der Fall zu seyn, und ich habe einige Proben angestellt, die vielleicht theilweisen Aufschluss geben können, die aber längere Zeit bedürfen, ehe ein Resultat erzielt werden kann.

Mikroskopische Durchschnitte des Knochens von Rabenstein, der 51,8 pCt. kohlensauren Kalk enthielt, zeigten noch deutlich die Struktur des Knochens, aber die Knochenkörperchen schienen gegen die frischer Knochen grösser, und ihre durch den Schliff erhaltenen Ränder unregelmässig begränzt. Die radienartigen Verzweigungen derselben hatten scheinbar wohl den dreifachen Durchmesser, den jene frischer Knochen zeigen, und es war bei durchfallendem Lichte deutlich ersichtlich, dass sie von irgend einem dunkeln Körper vollkommen erfüllt waren. Die Markkanälchen waren ebenfalls mit dieser Substanz gefüllt, schienen mir aber nicht grösser als gewöhnlich. Wenn es erlaubt ist, sich des Ausdrucks zu bedienen, möchte ich sagen, dass Knochen-

körperchen sowohl als Markkanälchen wie mit der erwähnten Substanz injicirt erschienen, dass aber erstere bei diesem Vorgange mehr ausgedehnt worden seyen.

Aber es lagen auch noch nebenbei zwischen den Knochenkörperchen, und bisweilen mehrere derselben verdeckend, dunklere Flecke, die an manchen Stellen deutlich röhrenförmige Struktur erkennen liessen und ebenfalls nach verschiedenen Seiten hin radienförmig verzweigt erschienen. Die gegenseitigen Seitenverzweigungen der Markkanälchen scheinen mir diess nicht zu seyn, denn ich habe selbe bei allen Knochen, die ich untersuchte, nie in solcher Häufigkeit angetroffen, auch war, was bei andern Durchschnitten der Fall ist, keine Verbindung mit den Markkanälchen zu bemerken. Als die Durchschnitte mit verdünnter Säure behandelt wurden, entstand eine allgemeine Gasentwickelung, und ich habe durchaus nicht beobachten können, dass selbe mehr oder weniger von einem bestimmten Punkte ausgegangen wäre. Es wurden hierauf Durchschnitte mit mässig verdünnter Säure durch längere Zeit behandelt. Als ein Theil derselben verbrannt wurde, zeigten sich, selbst für die geringe Menge von angewendeter Substanz, nur unbedeutende Spur von Asche. Unter dem Mikroskope war an den Durchschnitten jetzt deutlich die röhrenförmige Schichtung der Knorpelsubstanz um die Markkanälchen zu bemerken. Die Knochenkörperchen waren scheinbar kleiner geworden, und ihre radienartigen Verzweigungen weniger in's Auge fallend. Die Markkanälchen erschienen theils leer, theils aber auch noch mit dunkler amorpher Substanz erfüllt. Die vorher erwähnten Flecke aber waren ebenfalls noch vorhanden, zeigten dieselben Verzweigungen und waren auch noch etwas dunkler gefärbt, als die jetzt vollkommen transparente übrige Knorpelsubstanz.

Da man nach von Anderen gemachten Beobachtungen nicht wohl annehmen kann, dass diese dunklen Flecke Gefässe seyen, die jetzt erst, wohl durch die Infiltration des kohlensauren Kalkes, sichtbar geworden, kann man solche nicht ohne Wahrscheinlichkeit für die Punkte halten, von welchen die Verbreitung desselben durch die Masse des Knochens stattgefunden hat, da wie gesagt die, wenn auch sicherlich mit vieler Substanz gefüllten,

Knochenkörperchen und Markkanälchen, doch nicht für die bedeutende Menge des im Knochen befindlichen kohlensauren Kalkes ausreichen. Aber ich will das nicht behaupten, sondern überhaupt blos anführen, wie und Was ich gesehen habe. —

Was für den Austausch oder die Infiltration des kohlensauren Kalkes gilt, kann wohl mit demselben Rechte auch auf den schwefelsauren Kalk angewendet werden. —

Thonerde, Kieselerde, Eisenoxyd und Oxydul, dann Mangan, die selten in ganz grossen Quantitäten in fossilen Knochen gefunden worden sind, erklären sich ebenfalls auf ähnliche Art, und das leicht, durch den Gehalt vieler Wasser an kohlensaurem Eisenoxydul und Kieselerde.

Mangan habe ich, wenn ich das ausgeschiedene Eisen untersuchte, stets in demselben gefunden, aber immer nur in geringer Menge, etwa zu 1 pCt. für die Menge des Eisens. Es gilt also hier dasselbe, was ich oben beim Eisengehalt frischer Knochen erwähnte, nur dass in fossilen Knochen meist mehr Eisen, als in frischen, mithin auch mehr Mangan gefunden wird.

Dass die Struktur der Knochen selbst, ihre Porosität und ihre mehr oder minder starke Compactheit, auf das Eindringen der vorerwähnten Substanzen nicht ohne Einfluss ist, versteht sich wohl von selbst. So sieht man, dass bei dem Zahne des *Rhinoceros tichorhinus* von Klingenberg der den Zahn durchsetzende Schmelz 0.24 pCt. Eisenoxyd und Thonerde hat, die Zahnsubstanz aber, die weicher und weniger fest, als der Schmelz ist, hat 5.63 pCt. und zugleich 5 pCt. kohlensaure Kalkerde mehr, als der Schmelz.

Die verschiedene Färbung des Schmelzes und der Glasur in dem Zahne von *Elephas primigenius* scheint auf dieselbe Vermuthung zu führen. Auch die, wenn gleich geringe Spur von organischer Substanz, aufgefunden in der Glasur des Haifischzahnes, während sie in der Zahnsubstanz vollkommen fehlte, scheint anzudeuten, dass die grössere Festigkeit der Glasur den äusseren Einflüssen länger zu widerstehen vermochte.

Aehnliches hat *Göppert* *) beobachtet, indem er fand, dass

---

*) Poggendorf's Annalen d. Physik u. Chemie, Reihe II. B. 8. p. 568.

Pflanzen, die mehr Gefässe als Zellgewebe besitzen, für seine künstlichen Versteinerungsversuche tauglicher waren. Die einzelnen Zellen widerstanden wohl dem Eindringen des Mediums, das imprägniren sollte besser, als die in gegenseitiger Verbindung stehenden Gefässe; wenn gleichwohl Gefäss und Zellen-Struktur nicht vollkommen auf Zahnsubstanz und Schmelz anzuwenden ist.

In Betreff des vermehrten Fluorgehaltes der fossilen Knochen, gegen den der Knochen lebender Thiere, ist es ziemlich schwierig einen haltbaren Grund aufzufinden, welcher mit dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft vollkommen und ungezwungen stimmte. Eine Irrung, hervorgegangen aus Nachlässigkeit im Arbeiten, ist nicht wohl denkbar, denn alle, und die ausgezeichnetsten Chemiker haben dieselbe Beobachtung gemacht. —

Das einzige, was sich noch mit einiger Sicherheit aufstellen lässt, ist, dass das Fluor zwar nicht in gleichen, aber doch in ähnlichem Verhältnisse zu, wie die organische Substanz abnimmt, oder mit andern Worten, dass je weiter die Zersetzung des Knochens, und speciell die der organischen Substanz vorgeschritten ist, desto mehr Fluor gefunden wird. Indessen ist auch diess nicht allgemein gültig, wie aus meinen eigenen Analysen der Knochen aus dem germanischen Grabe und jener aus dem Torfmoore erhellt, von welchen erstere nur wenig Fluor, letztere aber, obgleich noch ziemliche Menge organischer Substanz anwesend, doch 3.37 pCt. Fluor ergaben.

Es geht aber aus diesem hervor, dass nicht etwa die Knochen ausgestorbener Geschlechter mehr Fluor, als die der Thiere der Jetztzeit hatten.

Die eben erwähnten Knochen, die im Torfe aufgefunden wurden, gehörten mit aller Wahrscheinlichkeit noch jetzt lebenden Arten an, überdiess aber hat *Liebig* *) in den Schädeln, die zu Pompeji ausgegraben wurden, bedeutende Mengen von Fluor

*) Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur u. Physiologie. p. 140.

gefunden. Glasgefässe, in welchen diese Knochen mit Schwefelsäure behandelt worden waren, wurden heftig angegriffen.

Es scheint also mithin das Fluor durch längeres Liegen und durch gewisse günstige Verhältnisse in die Knochen gekommen zu seyn.

Aber die Lagerstätten der fossilen Knochen werden wohl nicht unter diesen »gewissen günstigen Verhältnissen« verstanden werden dürfen.

Es sind mir keine Analysen von Gesteinen und Erdschichten bekannt, die fossile Knochen umgeben haben, und die diess beweisen, aber ich habe selbst schon früher die fossilen Knochen des Keuperdolomites von Schwebheim untersucht*), und eine ziemliche Menge Fluor in denselben gefunden, während sich in dem Dolomite keine Spur findet, wie ich ebenfalls nachgewiesen**) habe.

Als ich die schon mehrfach erwähnten zu Klingenberg gefundenen fossilen Knochen käuflich an mich brachte, wurde mir zugleich eine Quantität der Lehmerde mit übersendet, in welcher solche gefunden wurden, aber weder in dieser, noch in der im Innern der Röhrenknochen befindlichen, und öfters ziemlich fest anhaftenden Erde, habe ich je eine Spur von Fluor finden können.

Aber ich habe noch ausserdem früher eine ziemliche Anzahl von Gebirgsarten verschiedener Art analysirt***) und nie Spur von Fluor angetroffen, ausser wenn selbe durch vielfache, durch die ganze Masse des Gesteines zerstreute Knochenreste bedingt war, so z. B. bei der Knochenbreccie von *Banz*, bei welcher man bisweilen Spuren des fraglichen Stoffes findet.

Alle fossilen Knochen aber, welche in den Gesteinen, die vollkommen Fluorfrei sind, gefunden werden, enthalten selbst diesen Stoff.

Will man nun nicht in die doppelte chemische Ketzerei verfallen, entweder anzunehmen, dass das Fluor in den frischen Knochen sich in einem Zustande befinde, der uns gegenwärtig

---

*) Erdmann's Journal f. p. Chemie. B. 12. p. 166.

**) Ebendaselbst B. 19. p. 87.

***) Erdmann's u. Marchand's Journal f. p. Chemie. B. 26. p. 8.

noch unbekannt ist, und in welchem es durch die bisher angewendeten Reagentien nicht nachgewiesen werden kann, oder dass es gar erst frisch gebildet worden sey, so bleibt nichts anders übrig, als den, wenn gleich geringen Fluorgehalt mancher Quellen zu Hülfe zu nehmen, wobei man indess freilich wieder annehmen muss, dass der phosphorsaure Kalk der Knochen vorzugsweise geeignet ist, Fluor aufzunehmen, oder sich in Fluorcalcium umzusetzen; denn sonst müssten auch die Gebirgsschichten, die die Knochen umgeben, Fluor enthalten.

Der Fluorgehalt mancher Quellen wird vorzüglich durch den des Glimmers bedingt, wenn solche in glimmerhaltigen Gestein ihren Ursprung nehmen, oder überhaupt durch solches auf irgend eine Weise ihren Weg finden. Die höchst spärliche Verbreitung dieses Minerals in manchen Gegenden, das gänzliche Fehlen desselben in manchen Gebirgen, z. B. in unserem Muschelkalke, könnte hier freilich entgegengesetzt werden; doch werden Versuche, ob Wasser, das längere Zeit mit Glimmer in Berührung gewesen, den Fluorgehalt frischer Knochen vermehren kann, und vielleicht im Stande ist, Phosphorsäure aufzunehmen, nicht ohne Interesse seyn.

Ich habe in diesem Sinne bereits vor einiger Zeit Glimmer, Gyps, Flussspath, so wie in Betreff auf die Infiltration von kohlensaurem Kalke, wie ich schon oben erwähnte, auch solche Gesteine mit Wasssr und frischen Knochen in Berührung gebracht, und werde die Resultate, zu deren Erlangung man wohl längere Zeit bedarf, später bekannt machen.

Zu verschiedenen Malen habe ich im Vorhergehenden bei der Angabe der Analysen auch geringe Quantitäten von »Kalkseife« angegeben.

Es war in solchen Fällen beim Ausziehen der Knochen mit heissem Alkohol und Verdunsten desselben ein Rückstand erhalten worden, der, wenn so viel Material vorhanden war, um eine untersuchbare Quantität herstellen zu können, sich als Kalkseife verhielt, und ich glaube, indem ich mich auf das oben bei dem Knochen der Fettleiche Gesagte beziehe, auch die Bildung einer solchen Seife, so wie deren Nochvorhandenseyn im Knochen, während die Ammoniakseife schon entfernt ist, gerechtfertigt.

Um schlüsslich noch einmal auf die Struktur der fossilen Knochen zurück zu kommen, bemerke ich, dass es mir nicht möglich gewesen ist, bei Knochen, die wenig oder gar keine organische Substanz mehr besassen, so feine Durchschnitte und Anschliffe herzustellen, wie solches bei frischen Knochen geschehen ist. Denn selten oder nie erreichen fossile Knochen den hierzu nöthigen Grad von Cohärenz. Aber es konnten doch insofern Anschliffe zuwege gebracht werden, dass man auch an solchen Knochen, die vollkommen aus anorganischer Substanz bestanden, oder nur Spuren von organischer zeigten, deutlich die noch fortbestehende Struktur des Knochens beobachten konnte.

Die den Abbildungen beigegebene Erklärung gibt für einige solche Fälle die nöthigen Aufschlüsse.

Ueber die in den fossilen Knochen gefundene organische Substanz und ihr gegenseitiges Verhalten sowohl, als wie jenes zum Knochenknorpel frischer Knochen, ist bei diesem die Rede.

Organische

Substanz der Knochen.

Knochenknorpel. Glutin.

Schon im Vorhergehenden wurde erwähnt, dass man die organische Substanz der Knochen, den Knochenknorpel, erhält, wenn man Knochen mit öfters erneuter, verdünnter Salzsäure behandelt, bis alle Knochenerde entfernt ist, und hierauf durch sorgfältiges Waschen derselben von der Salzsäure befreit. Hat man hierzu Knochen verwendet, welche vorher mit Aether behandelt worden sind, so hat man jetzt die Knorpelsubstanz fast rein und nur noch mit einer gewissen Anzahl von Gefässen gemengt, welche sich übrigens auf mechanischem Wege nicht wohl von demselben trennen lassen.

Wird die so erhaltene Knorpelsubstanz anhaltend mit Wasser gekocht, so erhält man Leim oder Glutin, und die Gefässe bleiben zurück.

Durch längere und oft wiederholte Erneuung der Säure gelingt es einen Knorpel zu erhalten, der nur noch eine so geringe Menge Asche enthält, dass selbe bei Anwendung von einigen Grammen, beim Verbrennen kaum eine Spur Asche zurück lässt. Er enthält indess Schwefel. Auf diesen Schwegehalt komme ich weiter unten zurück.

Hat man dünne Lamellen der Knochen angewendet, so erhält man meistens beim Verbrennen des Knorpels gar keine Asche, da die Säure leichter eindringen und eben so die letz-

ten Antheile derselben, durch das Wasser leichter entfernt werden konnten.

Bei nicht ganz vollständigem Ausziehen mit Säure, erhält man meistens eine Asche, die Phosphorsäure, Spuren von Schwefelsäure und Kalkerde enthält. In diesem Falle hat sich ein Theil des Schwefels der Knorpelsubstanz während des Verbrennens in Schwefelsäure umgewandelt und mit der Kalkerde verbunden, denn löst man eine andere Parthie desselben Knorpels in Salzsäure, so findet man keine Schwefelsäure.

Bei Anwendung von grösseren Mengen von Knochenknorpel habe ich folgende procentische Aschenmengen gefunden:

Knochenknorpel vom menschlichen Femur: 0.3 pCt., vom Femur des Ochsen: 0.12 pCt. Vom Humerus des Schafes: 0.3 pCt. Vom Femur des Hundes; 0.1 pCt. Vom Humerus eines anderen Hundes: 0.27 pCt. Vom Femur einer Gans: 0.11 pCt. und von dem eines Schwanes: 0.07 pCt. —

Der Knochenknorpel stellt, so lange er noch feucht ist, eine weiche, durchscheinende, gelbliche Masse dar, welche leicht in dünne, für die mikroskopische Beobachtung taugliche Plättchen, vermittelst eines scharfen Messers gebracht werden kann.

Nach dem Trocknen wird er hart, unbiegsam, schrumpft zusammen und ist noch wenig durchscheinend.

Von der Struktur desselben habe ich schon oben gesprochen.

Es ist mir keine Elementaranalyse bekannt, welche mit Knochenknorpel wäre angestellt worden, ohne denselben vorher durch Kochen in Leim zu verwandeln. Ich habe daher einige Elementaranalysen des Knochenknorpels vorgenommen, welche ich anführen werde, nachdem ich einige Analysen von Leim angegeben habe, welche von Andern bekannt gemacht worden sind.

Gay Lussac und *Thenard* haben den Fischleim untersucht, für welchen sie folgende procentische Zusammensetzung fanden:

Kohlenstoff . .	47.881
Wasserstoff . .	7.914
Stickstoff . .	16.988
Sauerstoff . .	27.207
	100.000

*Mulder**) untersuchte die Gallerte von Hirschgeweih. Es wurde dasselbe durch zwei Stunden mit Wasser gekocht, die erhaltene Gallerte mit Alkohol ausgekocht und getrocknet. Er erhielt 5.406 pCt. Asche. Die procentische Zusammensetzung ergab:

	I. u. II.	III. u. IV.
Kohlenstoff . .	50.048	50.048
Wasserstoff . .	6.477	6.643
Stickstoff . .	18.350	18.388
Sauerstoff . .	25.125	24.921
	100.000	100.000

Mulder schlug mehrere Wege ein, das Atomgewicht zu bestimmen, erhielt aber die zuverlässigsten Resultate durch Verbrennung des gerbsauren Leimes. Er hat ferner Gallerte von Fischleim untersucht, indem Ichthyocolla mit Wasser eine halbe Stunde lang gekocht und die Gallerte auf dem Wasserbade eingedampft, und hierauf mit Alkohol ausgekocht und getrocknet wurde. Er erhielt:

Kohlenstoff . .	50.757
Wasserstoff . .	6.644
Stickstoff . .	18.313
Sauerstoff . .	24.286
	100.000

Beide Leimarten haben mithin dieselbe Zusammensetzung. Es ergiebt sich:

	Atome.	Berechnet.	
Kohlenstoff .	37	2828.169	50.06
Wasserstoff .	58	361.908	6.40
Stickstoff . .	12	1062.216	18.77
Sauerstoff .	14	1400.000	24.77
		5652.293	100.00

Mulder fand ferner, dass die Gallerte sich verändert, wenn sie längere Zeit gekocht wird. Er analysirte Seidengallerte, deren Zusammensetzung mit jener der Hirschhorngallerte und

*) Poggendorf's Annalen. B. II. B. X. p. 279.

des Fischleimes stimmte, wenn erstere nicht zu lange gekocht wurde. I war eine Stunde lang mit Wasser gekocht worden, hierauf wurde die Auflösung im Wasserbade abgedampft, der Ueberrest nochmals mit Wasser ausgekocht, um das Eiweiss zu sondern, filtrirt, und dann durch Alkohol ausgezogen. II durch 2tägiges Kochen der Seide erhielt er eine Gallerte, die folgende procentische Zusammensetzung hatte:

Kohlenstoff . .	47.456	47.691
Wasserstoff . .	6.084	6.048
Stickstoff . .	16.321	16.321
Sauerstoff . .	30.139	29.940
	100.000	100.000

Mulder glaubt, dass für das Thierreich, und das zwar so wohl in den höheren, als auch in niederen Ordnungen, nur eine Art Gallerte anzunehmen sey, in Bezug nämlich auf die Elementarzusammensetzung, bemerkt aber, dass aber bei den niederen Thieren die Gallerte einige andere Eigenschaften habe. Namentlich gibt diese letztere beim Eindampfen eine weniger feste gallertartige Masse.

Scherer *) hat die leimgebenden Gewebe analysirt. Er wendete Fusssehnen von Kälber an. Es wurden dieselben von den umhüllenden Membranen befreit, eine kurze Zeit hindurch mit Wasser macerirt, dem etwas Salpeter zugesetzt war, dann mit reinem Wasser gewaschen und wiederholt mit Alkohol und Aether ausgekocht. Er erhielt von den so behandelten Sehnen 1.6 pCt. Asche.

Scherer verbrannte theils mit Kupferoxyd und chlorsaurem Kali, theils mit chromsaurem Blei.

Es wurde so erhalten:

	Kupferoxyd.	Chromsaures Blei.
Kohlenstoff . .	49.563	50.960
Wasserstoff .	7.148	7.188
Stickstoff .	18.470	18.320
Sauerstoff .	24.819	23.532
	100.000	100.00

*) Annalen der Chemie und Pharmacie. B. XL. p. 46.

	Chromsaures Bei.	Kupferoxyd u. chlors. Kali.
Kohlenstoff	50.774	50.773
Wasserstoff	7.152	
Stickstoff	18.320	
Sauerstoff	23.754	
	100.000	

Auch die Sclerotica hat *Scherer* untersucht, und gefunden, dass sie dem leimgebenden Gewebe angehört, obgleich sie schwerlöslich in Wasser ist, und sich so den Chondrin ähnlich verhält. Es wurde dieselbe mit Alkohol und Aether ausgekocht, und 2 pCt. Asche erhalten. Die Verbrennung wurde mit chromsaurem Blei bewerkstelligt, und ergab:

Kohlenstoff	50.995
Wasserstoff	7.075
Stickstoff	18.723
Sauerstoff	23.207
	100.000

Von der mit Aether und Alkohol behandelten, aber nicht mit Wasser ausgekochten Ichthyocolla erhielt ferner *Scherer* 0.5 pCt. Asche, und bei der Verbrennung mit chromsaurem Blei, und mit Kupferoxyd und chlorsaurem Kali:

	Chromsaures Blei.	Kupferoxyd u. chlors. Kali.
Kohlenstoff	50.557	49.648
Wasserstoff	6.903	
Stickstoff	18.790	
Sauerstoff	23.750	
	100.000	

Die von *Liebig* für das Protein aufgestellte empirische Formel C 48 H 72 N 12 O 14, zu Grunde gelegt, berechnet sich für das leimgebende Gewebe die Formel


C 48 H 82 N 15 O 18

und nach Procenten:

Kohlenstoff	50.207
Wasserstoff	7.001
Stickstoff	18.170
Sauerstoff	24.622
	100.000

Ich habe zur Elementaranalyse blos künstlich dargestellten Knochenknorpel verwendet, der, wurde er auch in grösserer Quantität verbrannt, entweder gar keine oder nur ganz geringe Spur von Asche gab.

Knochenknorpel vom Femur des Ochsen.

Der mittelst des Messers fein geschabte Knorpel wurde mit Alkohol und Aether ausgekocht und bei + 100° R. getrocknet.

I. 0.266 gaben, mit chromsaurem Bleioxyd verbrannt: 0.482 Kohlensäure und 0.169 Wasser. 0.300, nach der Methode von *Varrentrap* und *Will* mit Natron und Kalk verbrannt, gaben 0.881 Platinsalmiak.

II. 0.301 gaben, mit chromsaurem Bleioxyd verbrannt: 0.546 Kohlensäure und 0.192 Wasser. 0.333 gaben, mit Natron und Kalk verbrannt: 0.972 Platinsalmiak.

Diess ergibt folgende procentische Zusammensetzung:

	I.	II.	Mittel.
Kohlenstoff . . .	50.104	50.157	50.130
Wasserstoff . .	7.059	7.087	7.073
Stickstoff . . .	18.637	18.261	18.449
Sauerstoff . . .	24.200	24.495	24.348
	100.000	100.000	100.000

Knochenknorpel der Pipa.

Ebenfalls mit Alkohol und Aether ausgekocht und bei + 100° R. getrocknet.

I. 0.235 mit chromsaurem Bleioxyd verbrannt gaben: 0.428 Kohlensäure und 0.150 Wasser. 0.425 gaben mit Natron und Kalk verbrannt: 1.224 Platinsalmiak.

II. 0.380 mit chromsaurem Bleioxyd verbrannt gaben: 0.695 Kohlensäure und 0.242 Wasser. 0.323 mit Natron und Kalk verbrannt gaben: 0.920 Platinsalmiak.

Es ergibt sich hieraus:

	I.	II.	Mittel.
Kohlenstoff . . .	50.360	50.572	50.446
Wasserstoff . . .	7.092	7.075	7.083

	I.	II.	Mittel.
Stickstoff . . .	18.313	18.112	18.212
Sauerstoff . . .	24.235	24.007	24.239
	100.000	100.000	100.000

Knochenknorpel von Rippen des Flusskarpfen.

Wie der vorhergehende behandelt.

I. 0.273 mit chromsaurem Bleioxyd verbrannt gaben: 0.499 Kohlensäure und 0.178 Wasser. 0.199 mit Natron und Kalk verbrannt gaben 0.580 Platinsalmiak.

II. 0.234 mit chromsaurem Bleioxyd verbrannt, gaben: 0.424 Kohlensäure und 0.152 Wasser. 0.271 mit Natron und Kalk verbrannt, gaben 0.783 Platinsalmiak.

Diess gibt für 100 Theile:

	I.	II.	Mittel.
Kohlenstoff . . .	50.541	50.102	50.321
Wasserstoff . . .	7.244	7.216	7.225
Stickstoff . . .	18.533	18.373	18.423
Sauerstoff . . .	23.682	24.309	24.001
	100.000	100.000	100.000

Die procentische Zusammensetzung dieser Knorpel stimmt mit den oben angegebenen Resultaten, und besonders mit den von *Scherer* erhaltenen, in Betreff des Wasserstoffgehaltes, so zusammen, dass man wohl annehmen darf, dass der procentische Gehalt des Knochenknorpels an Kohlenstoff, Wasserstoff u. s. w., derselbe ist, wie jener des Leimes.

Was den oben berührten Schwefelgehalt des Knochenknorpels betrifft, so erwähnt *Berzelius* desselben, indem er sagt*), dass das schwefelsaure Natron, welches nach dem Glühen von Knochen gefunden wird, vom Schwefelgehalte des Knorpels herrühre. Von den Beobachtern, die Elementaranalysen mit Glutin und Chondrin angestellt haben, hat *Mulder* den Schwefelgehalt des Chondrins mit 0.38 pCt. bestimmt.

Ich habe den Knochenknorpel verschiedener Thierarten und eben so menschlichen Knorpel, der so mit Säure behandelt

*) Lehrbuch der Chemie, B. IX. pag. 542

war, dass einige Grammen, im Platintiegel verbrannt, keine wägbare Spur von Asche gaben, mit kohlensaurer Kalilösung und eben so mit kohlensaurem Kalke verbrannt, und dann jedesmal beim Auflösen des Rückstandes in Salzsäure Schwefelsäure gefunden. Es versteht sich wohl von selbst, dass die angewendete kohlensäure Kalkerde und das kohlensaure Kali vollkommen Schwefelsäure frei waren und vorher sorgfältig geprüft wurden. Löste ich Mengen desselben Knorpels in Salzsäure und andere in Salpetersäure, so liess sich in ersterer Lösung keine Schwefelsäure finden, wohl aber in der salpetersauren Lösung. Ich habe durch Digestion des bei + 100° R. getrockneten Knorpels dessen Schwefelgehalt zu bestimmen gesucht, indem alsdann mit Chlornatrium gefällt und der erhaltene schwefelsaure Baryt auf Schwefelsäure berechnet wurde.

Mit Hinweglassung einiger Versuche, die, da sie entweder so hohe oder im Gegentheile so niedrige Zahlen angaben, dass sie als fehlerhaft angenommen werden müssen, habe ich gefunden: 0.21, 0.24, 0.23, 0.21, 0.21, 0.21, 0.22, 0.20 pCt. Als Mittel hiefür berechnet sich = 0.216 pCt. Schwefel, also weniger, als *Mulder* für das Chondrin gefunden hat.

Es ist im gegenwärtigen Augenblicke nicht möglich zu erklären, wie aus dem Knochenknorpel und aus den Leim gebenden Substanzen überhaupt durch Kochen Leim entsteht. Es gehört dies unter die katalytischen Erscheinungen oder unter jene, die *Liebig* Metamorphosen im engeren Sinne des Wortes nennt. Die procentische Zusammensetzung des Knochenknorpels ist dieselbe, wie die des reinen Leims, welcher aus demselben dargestellt ist, aber der Leim hat jedenfalls ganz andere Eigenschaften, als der Knochenknorpel. Die Annahme, dass der Leim schon fertig gebildet in kleinen Zellen der Gewebe abgelagert sey, und also schon im Körper existire, dass diese Zellen aber durch das Kochen gelöst oder gesprengt würden, ist nicht statthaft. Solche Zellen müssen gegenwärtig durch das Mikroskop gefunden werden. Aber man hat z. B. namentlich nur den Knochen, so wie den Knochenknorpel, sehr genau mikroskopisch untersucht, der anderen leimgebenden Gewebe nicht zu gedenken, und hat auf keinerlei Weise solche Zellen

gefunden. Es ist die ganze Masse des Knorpels, die in Leim verwandelt wird.

Marchand hat feine Durchschnitte von Knochen bei verschiedenen Vergrösserungen mit den vorzüglichsten Reagentien auf Leim behandelt, hat aber durchaus keinen Leim gefunden.

Es findet eben so wenig weder eine Wasseraufnahme, noch ein Hinzutreten von Sauerstoff statt.

Chevreul hat gefunden, dass eine genau gewogene Menge leimgebenden Gewebes so viel wiegt, als der daraus bereitete Leim und die Substanzen des Gewebes, die sich nicht durch Kochen gelöst haben, zusammen genommen. Er erhielt aus 200 Gramm: Sehnen, eben so viel Leim.

Scherer hat für die Sehnen ganz dieselbe Zusammensetzung, wie für den Leim gefunden, und dasselbe habe ich bei dem Knochenknorpel gefunden. Auch *Marchand* hat das leimgebende Gewebe, wie den Leim selbst, zusammengesetzt gefunden. —

Der Knochenknorpel also und die leimgebenden Gewebe haben bei ihrer Umwandlung in Leim weder irgend einen Bestandtheil aufgenommen, noch ist einer hinzugetreten, und es ist mithin der Leim als eine isomerische Modification des Knochenknorpels oder der leimgebenden Gewebe überhaupt anzusehen.

Berthollet kochte Fleisch so lange, bis sich kein Leim mehr ausziehen liess, und setzte dann dasselbe in einem eingeschlossenen Raume der Fäulniss aus. Es entwickelte sich Kohlensäure. Als nach einiger Zeit wieder gekocht wurde, erhielt er wieder Leim. Man hat hieraus geschlossen, dass der Leim ein Zersetzungsmittel thierischer Stoffe durch das Kochen sey.

Marchand bemerkt bei dieser Gelegenheit*), dass hiernach auch andere thierische Gewebe, wenn man sie der Fäulniss überliesse, Leim geben würden. Aber diess findet nicht statt, und als *Marchand* den Versuch *Berthollet's* wiederholte, fand er zwar das Fleisch, welches eine Zeit hindurch gefault hatte löslicher, allein er fand keinen Leim in der Lösung.

Es ist bekannt, dass Knochen, die lange Zeit vergraben waren, noch organische Substanz haben; so hatten die Knochen

---

*) Lehrbuch der phys. Chemie von Marchand. B. I. pag. 113

von *Robert I.*, der 1350 gestorben ist, als man den bleiernen Sarg öffnete, in welchem sie verwahrt wurden, sich alle erhalten, während die Weichtheile gänzlich verschwunden waren, und man fand noch Knorpelsubstanz in ihnen.

In einem Armknochen, aus einem alten angelsächsischen Grabe, fand *Hatschett* ganz unveränderten Knorpel. Endlich zeigen die Analysen, die mit fossilen Knochen angestellt worden sind, dass dieselben, stets mehr oder weniger organische Substanz haben, *) und dieser Wechsel in der Menge der organischen Substanz ist wohl ohne Zweifel durch die örtlichen Verhältnisse der Lagerstätte der Knochen bedingt. —

Ich habe indessen bei Untersuchung der organischen Substanz von fossilen Knochen, und von solchen, die unter verschiedenen Verhältnissen längere Zeit unter der Erde gelegen hatten, eine Erfahrung gemacht, die mir sehr interessant erschien.

Ich habe nämlich gefunden, dass die Leimbildung bei solchen Knochen bereits schon begonnen hat. Ich werde sogleich angeben, wie ich diesen Satz zu vertheidigen gedenke, welchen man wahrscheinlich eigenthümlich finden wird.

Sowohl zum Behufe der Elementaranalyse, als auch für einige Reactions-Versuche, die ich unten anführen werde, stellte ich eine ziemliche Anzahl von Knochenknorpel dar, vermittelst der schon öfter angegebenen Methode, durch Ausziehen mit sehr verdünnter Salzsäure. Nach dem Auswaschen dieser Knorpel wurden sie mittelst eines reinen Tuches ausgepresst, und in Porzellan-Schalen zum Trocknen hingestellt, in einen Raum, der etwa bis + 30° R. hatte. Es waren die so dargestellten Kno-

---

*) Wenn man diess bedenkt, so drängt sich unwillkürlich wieder die Idee auf, dass eine chemische Verbindung zwischen Knorpelsubstanz und Knochenerde stattfinden müsse, durch welche der Knorpel vor der Verwesung geschätzt wird, indem man nirgends noch fossilen permanenten Knorpel gefunden hat. Dass aber der Glutin gebende Knorpel und der Chondrin gebende, eine so grosse Verschiedenheit in ihrem Verhalten gegen athmosphärische Einflüsse besitzen sollten, ist nur schwer denkbar.

chenknorpel nach dem Trocknen hart, unbiegsam, und sichtlich gegen ihr früheres Volumen zusammengeschrumpft.

Ein ganz anderes Verhalten zeigte aber der Knochenknorpel einiger fossilen Knochen. Da sich dieses am auffallendsten bei den Knochen von *Ursus spelaeus* zeigte, die ich von H. *Zipser* aus Neusohl erhielt, und da viele dieser Knochen auch in andere Hände übergegangen sind, und man mithin leicht die Richtigkeit meiner Angaben prüfen kann, so will ich die an diesen wahrgenommenen Erscheinungen beschreiben. Der hinlänglich mit Säure ausgezogene und gewaschene Knochenknorpel*) stellte nämlich, als er nach einigen Stunden aus dem Trockenofen genommen wurde, eine vollkommene Leimmasse dar, die fest am Porzellan-Gefässe haftete, und nicht von demselben entfernt werden konnte. Er war in dem wenigen, ihm noch anhängenden Wasser, bei der geringen Temperatur von + 30° R. zerflossen und war nach Verdunstung des Wassers als eingetrockneter Leim zurückgeblieben. Es war die Substanz dunkelbraun, käuflichem Leim gleich, und als sie in der Kälte wieder mit Wasser übergossen wurde, quoll sie auf und gab eine zitternde Gallerte. Man konnte, wurde diese gekocht, binnen wenigen Minuten vollkommen guten Leim erhalten, mit dem ich in der That Holzstücke zusammen leimte, die ganz gut hielten.

Man kann also in diesem Falle nicht allein sagen, dass die Leimbildung im Knochen auch ohne Einwirkung des kochenden Wassers, schon begonnen habe, sondern sie scheint hier schon fast vollendet gewesen zu seyn.

Knochenknorpel von Knochen aus einem Torfmoore, stellte nach dem Trocknen eine Substanz dar, die nicht so hart, als der Knochenknorpel frischer Knochen war, und sich ziemlich

*) Es bedurften diese Knochen keiner längeren Zeit zur Befreiung von der Kalkerde, als frische, und waren weder länger mit der verdünnten Säure, noch mit dem Wasser in Berührung, als jene. Wendet man keine zu grossen Knochenstücke an, und wechselt Säure und später das Wasser öfters, so ist die ganze Operation in 8 bis 10 Tagen beendet.

leicht zerbrechen liess. Durch etwa eine Viertelstunde fortgesetztes Kochen wurde der Knorpel in eine Leimlösung verwandelt, die alle Reactionen auf Leim, die später beschrieben werden, zeigte, und nach dem Filtriren und Eindampfen im Wasserbade eine bräunliche Substanz darstellte, ganz ähnlich der, die man erhält, wenn man Knochenknorpel durch mehrere Stunden kocht. Es war ein Theil des Knorpels in Gestalt eines zähen, fadenziehenden Coagulums zurückgeblieben, welches klebrig war, und nur schwierig sich vollkommen in erneutem Wasser und bei lange anhaltendem Kochen löste. Diese Substanz war ganz ähnlich den Klumpen, die man erhält, wenn man käuflichen Leim oft kocht und dann wieder erkalten lässt. Er verliert dann auch zum grossen Theil seine Auflöslichkeit in kochendem Wasser, und stellt eine klebrige fadenziehende Masse dar.

Ebenfalls ziemlich schnell löste sich der Knorpel von einer ägyptischen Mumie und gab vollkommen guten Leim, binnen einer Zeit, in welcher Knorpel frischer Knochen kaum angefangen hatten sich zu lösen.

Die fossilen Knochen von Klingenberg, deren Analyse oben angeführt, gaben bei der Behandlung mit verdünnter Säure keine eigentliche Knorpelsubstanz, sondern blos eine schwärzliche Masse, die mit erdigen Theilen des Knochens im Gefässe zu Boden fielen. Diese erdigen Theile, die Kieselerde des Knochens und die phosphorsaure Kalkerde, erschienen schwer löslich in der verdünnten Säure, sie aber mechanisch von den kleinen Flecken der Knorpelsubstanz zu trennen, selbst durch Schlämmen, war nicht möglich. Es wurde daher nach einiger Zeit filtrirt, gewaschen und getrocknet, worauf eine dunkelgraue, fest zusammengebackene Masse erhalten wurde, die sich nur äusserst schwierig weiss brannte. Wurde diese Substanz nach dem Trocknen zerrieben, einige Minuten gekocht und nach dem Filtriren im Wasserbade eingedampft, so wurde wieder Leim erhalten.

Knochen aus einem altgermanischen Grabhügel gaben einen festen Knochenknorpel, der sich von dem frischer Knochen in Nichts unterschied.

Knochenknorpel von Knochen, die aus alten Gräbern eines Kirchhofes genommen waren, und welche wahrscheinlich über 100 Jahre alt waren, verhielt sich wie der vorhergehende.

Die Erscheinung Leim schon fertig gebildet zu haben, oder wenigstens einen Knochenknorpel zu besitzen, der in wenigen Minuten Leim gibt, während der Knochenknorpel frischer Knochen eine bedeutend längere*) Zeit bedarf, um sich vollständig zu lösen, kömmt also nur sehr alten Knochen zu. Am meisten zeigten dieselbe, die Knochen aus der Hermenetzer Knochenhöhle bei Neusohl, sodann die des Torfmoors. Aber der grössten Wahrscheinlichkeit nach erreichten diese Knochen in sehr verschiedenen Verhältnissen ihr jetziges Alter, indem erstere wohl sehr lange Zeit hindurch trocken gelegen hatten, während die letzteren jedenfalls, wenn nicht immer, doch wenigstens die längste Zeit mit Wasser oder feuchtem Moorboden bedeckt waren.

Es scheint also die Metamorphose weniger durch die Lagerungsverhältnisse, als lediglich durch die Länge der Zeit bedingt worden zu seyn. Das Wie aber ist so wenig erklärt, als die Verwandlung des Knochenknorpels in Glutin durch Kochen.

Ich habe den Leim oder die Substanz, welche ich erhielt, als ich die mit Säure ausgezogenen fossilen Knochen bei + 100° R. trocknete, der Elementaranalyse unterworfen.

I. 0.324 gaben 0.590 Kohlensäure und 0.207 Wasser. 0.308 gaben 0.880 Platinsalmiak.

II. 0.274 gaben 0.500 Kohlensäure und 0.176 Wasser. 0.231 gaben Platinsalmiak 0.659.

Diess entspricht für 100 Theile:

---

*) Um sich nämlich so zu lösen, dass blos die Gefässe des Knochens zurückbleiben. Kocht man Knochenknorpel nur etwa 15 Minuten, so ist Glutin nachweisbar durch Reagentien in dem Wasser, mit welchem er gekocht wurde. Aber der Knorpel selbst zeigt keine bemerkbare Veränderung. Aber der Knorpel, der hier in Rede stehende fossiler Knochen, löste sich schnell zu Leim, oder gab wenigstens eine zähe fadenziehende Masse.

	I.	II.	Mittel.
Kohlenstoff . .	50.352	50.450	50.401
Wasserstoff . .	7.098	7.133	7.110
Stickstoff . . .	18.168	18.141	18.154
Sauerstoff . .	24.382	24.276	24.335
	100.000	100.000	100.000

Es enthielt dieses Glutin eine unwägbare Menge von Asche. Aber deutlich nachweisbare Spuren von Schwefel habe ich in diesem, so wie in allem Glutin gefunden, welches ich aus Knochenknorpel bereitet habe. Ich habe indessen diesen Schwefelgehalt bei der Analyse nicht berücksichtigt, und eben so oben nicht bei der Analyse der Knochenknorpel. Es ist vielleicht deshalb der Kohlenstoffgehalt um etwas zu hoch ausgefallen.

Im Uebrigen stimmt die procentische Zusammensetzung mit jener des Glutins so überein, dass es ersichtlich, dass der fragliche Stoff wirklich Glutin ist.

Verhalten des Glutins gegen Reagentien.

Wenn man künstlich dargestellten Knochenknorpel oder leimgebende Gewebe einige Zeit hindurch mit Wasser kocht, so erhält man eine Lösung, die, hat man nicht zu wenig Wasser angewendet, meist gut durch's Filter geht und auch gewöhnlich hell ist. Bisweilen trübt sich selbe beim Erkalten und lässt sich dann schwieriger filtriren. Wiederholt man aber diese Operation, so erhält man doch meistens eine Lösung, die so weit klar ist, dass sie mit Reagentien geprüft werden kann. Da man einige Reagentien kennt, welche entschieden auf Chondrin einwirken, während sie eine Glutinlösung unverändert lassen, und solche mithin ein Mittel abgeben, beide in zweifelhaften Fällen zu unterscheiden, sind solche Reactionsversuche nicht ohne Nutzen. Ich will die vorzüglichsten dieser Reactionen angeben.

Alaunlösung lässt die Leimlösung unverändert. Wird die Leimlösung zuvor mit so viel Alkali versetzt, dass sich ein beständiger Niederschlag zu bilden anfängt, so wird der Leim ebenfalls nicht gefällt. Aber bei Zusatz von Alkali

fällt der Leim in Verbindung von basisch schwefelsaurer Thonerde nieder *).

Neutrales schwefelsaures Eisen fällt nicht. Aber der Leim wird als ein rothes Coagulum mitgefällt, wenn Ammoniak zugesetzt wird.

Quecksilberchlorid bewirkt eine schnell vorübergehende Trübung; bei Zusatz von mehr Fällungsmittel fällt das Glutin in Gestalt eines weissen zusammenhängenden Coagulums (*Berzelius*). Nach *Simon* **) wird ebenfalls Fällung erhalten, so auch nach *Lehmann* ***).

Salpetersaures Quecksilberoxydul fällt (*Berzelius*), trübt wenig, fällt gar nicht (*Lehmann, Simon*).

Chlorzinn fällt nach *Berzelius*.

Silber und Goldsalze fällen nach *Berzelius* nicht, aber unter Mitwirkung des Sonnenlichts wird nach einiger Zeit Metall reducirt.

Ich habe bei allen Glutinlösungen aus Knochenknorpel eine ziemlich bedeutende, einige Augenblicke nach dem Zusatze entstehende gelbe Trübung durch Chlorgold erhalten, die im Ueberschuss der Fällungsmittel nicht löslich war.

Salpetersaures Silber färbte die Probe nach einiger Zeit roth.

Schwefelsaures Platinoxyd bringt einen voluminösen braunen Niederschlag in allen Glutinlösungen hervor, der nach *Edmund Davy* besteht aus:

Platinoxyd .	56.11
Schwefelsäure	20.02
Leim und Wasser	28.37
	104.50

Bromwasser, Jodtinctur fällen stark (*Simon, Lehmann*).

Kreosot bewirkt eine milchige Trübung (*Simon, Lehmann*).

Chlorwasser fällt reichlich. (*Lehmann, Simon.*)

*) Lehrbuch der Chemie v. Berzelius. B. IX. pag. 801. IV.

**) Medicinisch-analytische Chemie v. Simon. B. I. pag. III.

***) Lehrbuch der phys. Chemie von Lehmann. B. I. pag. 223.

Gerbsäure und Gallusdecoct fällen sehr stark, und es scheint sich die Gerbsäure in mehreren Verhältnissen mit dem Glutin verbinden zu können. Nach *H. Davy* auf 100 Leim 85.2 Gerbsäure; *Schiebel* auf 100 Leim 88.9 Gerbsäure. Aber er erhielt verschieden zusammengesetzte Niederschläge, wenn er Leim und Gerbsäure in verschiedener Concentration verwendete. Bei Anwendung von viel Gerbsäure erhielt er auf Leim 118.5 Gerbsäure. Bei Anwendung von überschüssigem Leim nur 59.25 Gerbsäure auf 100 Leim.

Bostock fand für 100 Leim 66.6 Gerbsäure.

Mulder *) hat die Verbindungen des Leims mit der Gerbsäure am sorgfältigsten studirt. Er wendete Fischleim an, und Gerbsäure, die nach der Vorschrift von *Pelouze* bereitet war.

Bei Anwendung von überschüssiger Gerbsäure und getrocknet bei + 130° C. erhielt er:

	Gefunden.	Atome.	Berechnet.
Kohlenstoff .	52.34	13	52.24
Wasserstoff .	4.83	34	4.68
Stickstoff .	7.84	4	7.80
Sauerstoff .	34.99	16	35.28
	100.00		100.00

Das Atomgewicht dieser Verbindung ist 4535.77.

Bei Ueberschuss von Leim wurde erhalten:

	Gefunden.	Atome.	Berechnet.
Kohlenstoff .	51.93	75	51.91
Wasserstoff .	5.05	88	4.97
Stickstoff .	9.63	12	9.62
Sauerstoff .	33.38	37	33.50
	100.00		100.00

Atomgewicht: 11044.09.

Auch die Verbindung des Chlors mit dem Leime hat *Mulder* untersucht **). Sie wurde bereitet, indem Chlorgas durch eine Leimlösung geleitet wurde. Es überzieht sich jede Gasblase mit einer weissen Substanz, auf dem Boden des Gefässes häuft

*) Bulletin des sciences en Néerland, 1839. Livr. I. p. 23.

**) Bulletin des sciences en Néerland, 1839. Livr. II. p. 152.

sich eine gallertartige halbdurchsichtige Masse an, und auf der Oberfläche bildet sich eine weisse zusammenhängende Schaumdecke. Diese kann nicht bei 100° C. getrocknet werden, ohne zu schmelzen, und eine braune Farbe anzunehmen und chlorige Säure abzugeben.

Hat man aber eine Zeit hindurch bei 30 — 40° getrocknet, so kann dann die Substanz bei 100° von Wasser befreit werden.

Die feuchte Substanz enthält 1 Atom Leim und 1 Atom chloriger Säure, oder Leim 72.6 pCt. und chlorige Säure 27.4.

Die trockene Substanz enthält 4 Atome Leim auf 1 Atom Säure. Der gallertige Niederschlag besteht aus 2 Atomen Säure und 3 Atomen Leim.

Mulder hat noch andere Verbindungen des Leims mit der chlorigen Säure angestellt und hat überhaupt nachgewiesen, dass Leim durch Chlor nicht zersetzt wird, sondern dass sich das Wasser zerlegt, wodurch chlorige Säure gebildet wird, die sich mit dem Leime verbindet, aber zugleich auch Salzsäure, welche einen Theil des Leimes aufgelöst erhält.

Den oben erwähnten Schaum, zuerst bei 30 — 40° und dann bei 100° getrocknet, hat *Mulder* analysirt. Die Verbindung ist weiss, leicht zu pulvern und unlöslich im Wasser.

Es wurde erhalten:

	Gefunden.		Atome.	Berechnet.
	I.	II.		
Kohlenstoff	46.66	46.25	52	46.52
Wasserstoff	5.90	5.81	80	5.84
Stickstoff	15.59		16	15.54
Sauerstoff	23.37		20	23.41
Chlorige Säure	8.48	8.47	1	8.69

Atomgewicht: 8544.26. Man kann also für den Schaum setzen: $4\,(C_{13}\,H_{20}\,N_4\,O_5) + Cl_2\,O_3$.

Die meisten Metallsalze, ausser den angeführten, fällen die Leimlösung nicht, so die Kupfer- und Bleisalze.

Kaliumeisencyanür bringt ebenfalls in der Glutinlösung keine Trübung hervor, auch nicht, wenn dieselbe angesäuert worden ist.

Jodkalium und Bromkalium lassen die Glutinlösung ebenfalls unverändert.

Kali und Ammoniak bewirken nach *Simon* eine geringe Trübung. Ich habe diess bei den Glutinlösungen aus Knochenknorpel nicht gefunden, weder bei Zusatz von sehr wenigem Alkali, noch bei Ueberschuss; aber ich fand, dass sich die bisweilen etwas trüben Lösungen klärten.

Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure geben Trübungen, wenn sehr wenige und verdünnte Säure zugesetzt wird; bei Zusatz von wenig mehr Säure verschwindet sogleich der Niederschlag wieder, und selbst vorher etwas trübe Lösungen klären sich.

Essigsäure und Kleesäure verhalten sich wie die vorher angeführten Säuren. Jedoch hat *Simon* bei aus von Sternum bereiteter Leimlösung eine nicht wieder verschwindende Trübung erhalten. Es war aber wohl hier ein geringer Antheil von Chondrin anwesend, was *Simon* selbst bemerkt.

Durch Kleesäure habe ich nie eine Trübung in den Knochenknorpel-Lösungen erhalten, wenn der Knorpel vorher sorgfältig von aller Kalkerde befreit war.

Kohlenstickstoffsäure fällt mit gelber Farbe. *(Simon.)*

Alkohol schlägt das Glutin in weissen zusammenhängenden Flocken nieder, die in Wasser wieder löslich sind, und es gibt in vielen Fällen diess ein gutes Reinigungsmittel für diesen Körper ab.

Chondrin.

Es ist im Vorhergehenden schon mehrmals des Chondrins, des Knorpelleims erwähnt worden. Da es hier besonders darauf ankömmt, zu erfahren, ob die Knochenknorpel aller Thier-Ordnungen vollständig die Eigenschaften zeigen, die dem Glutin zukommen, wie sich die von jungen Thieren, und wie jene von pathologischen Knochen verhalten, will ich die schon bekannten Eigenschaften des Chondrins kurz zusammenstellen und dann zu den Versuchen übergehen, die ich mit Glutin, mit Chondrin und mit den Substanzen anstellte, von welchen ich zu erfahren wünschte, ob sie Glutin oder Chondrin geben.

J. Müller fand, dass die Rippenknorpel, die Knorpel des Kehlkopfes, der Luftröhren, die Gelenkknorpel und die Cornea, so auch die Knochen vor der Ossification einen Leim geben, der im Wesentlichen von jenem unterschieden ist, welchen man von den andern leimgebenden Geweben und vom Knochenknorpel erhält. Er fand diese Substanz zuerst in einer pathologischen Knochengeschwulst*) von knorpeligem, weichem Inhalte, in der blasig aufgetriebenen Rinde des Knochens, und nannte sie Knorpelleim oder Chondrin.

Man erhält das Chondrin, wie das Glutin, durch Kochen aus diesen Knorpeln, nur ist es erforderlich, um dieselben vollkommen in Chondrin umzuändern, dass längere Zeit gekocht wird, als bei der Darstellung von Glutin. Eingetrocknet erscheint es als eine durchsichtige, glänzende und hornartige Substanz, die meistens aber farbloser, als eine eben so behandelte Glutinlösung ist.

Das Chondrin wurde von *Mulder***) und von *Scherer****) der Elementaranalyse unterworfen, wobei *Mulder* das bereits dargestellte Chondrin, *Scherer* aber die Chondrin gebenden Gewebe untersuchte.

Das von *Mulder* untersuchte Chondrin wurde aus menschlichen Rippenknorpeln, durch 18stündiges ununterbrochenes Sieden mit destillirtem Wasser bereitet. Die Abkochung wurde im Wasserbade zur Trockene gebracht, der Rückstand mit Wasser behandelt, und die Abkochung von Neuem abgedampft, die zurückbleibende Gallerte wurde mit siedendem Alkohol behandelt und bei 120° C. getrocknet.

Mulder hat, wie ich schon oben bemerkte, Schwefel im Chondrin gefunden, jedoch keinen Phosphor. Da sich durch den Schwefelgehalt scheinbar der Kohlenstoffgehalt etwas erhöht, indem die bei der Verbrennung entstandene schwefelige Säure im Kaliapparate aufgefangen wird, mengte er die Substanz mit frisch geglühtem Bleioxyde und hierauf erst mit Kupferoxyd.

---

*) Poggendorf's Annalen. Rh. II. B. VIII. p. 304.

**) Journal f. p. Chemie v. Erdmann. B. XV. pag. 190.

***) Annalen der Chemie und Pharmacie v. Liebig u. Wöhler. B. XL. pag. 49.

Mulder fand im Chondrin 6.33 pCt. Asche und 0.38 pCt. Schwefel. Die procentische Zusammensetzung gab:

	Gefunden.	Atome.	Berechnet.
Kohlenstoff .	49.96	320	49.93
Wasserstoff .	6.63	520	6.61
Stickstoff .	14.44	80	14.47
Sauerstoff .	28.59	140	28.58
Schwefel .	0.38	1	0.41
	100.00		100.00

Eine Verbindung mit Gerbstoff konnte *Mulder* nicht darstellen, aber wohl eine solche mit schwefelsaurem Eisenoxyd, indem er eine wässerige Auflösung von Chondrin mit neutralem schwefelsaurem Eisen versetzte. Es fiel ein Niederschlag, der gewaschen und bei 120 ° C. getrocknet wurde.

Er enthielt:

Eisenoxyd .	6.81
Schwefelsäure .	5.60
Chondrin .	87.59
	100.00

Scherer untersuchte die Rippenknorpel von Kälbern und die Cornea. Er verbrannte I. mit Kupferoxyd, II. mit chromsaurem Blei, und III. mit Kupferoxyd und chlorsaurem Kali. Es wurden die Knorpel durch Schaben mit dem Messer verkleinert, mit schwacher Salpeterlösung, zur Ausziehung von etwaigem Eiweiss, digerirt und hierauf mit Alkohol und Aether ausgekocht.

Scherer fand:

	I.	II.	III.
Kohlenstoff . . .	49.496	50.895	49.192
Wasserstoff . . .	7.133	6.962	—
Stickstoff . . .	14.908	14.908	—
Sauerstoff . . .	28.463	27.235	—
	100.000	100.000	

Für die Rippenknorpel erhielt er 6.6 pCt. Asche.

Für die Cornea erhielt *Scherer*, indem er I. mit Kupferoxyd und II. mit Kupferoxyd und chlorsaurem Kali verbrannte:

	I.	II.
Kohlenstoff . .	49.522	50.032
Wasserstoff . .	7.097	—
Stickstoff . .	14.399	—
Sauerstoff . .	28.982	—
	100.000	

Mit Zugrundelegung der Formel des Proteins: C_{48} H_{72} N_{12} O_{14} berechnet sich hieraus die empirische Formel: C_{48} H_{80} N_{12} O_{20} und in Procenten ergibt sich:

Kohlenstoff . .	50.745
Wasserstoff . .	6.904
Stickstoff . .	14.692
Sauerstoff . .	27.659
	100.000

Das Verhalten des Chondrins gegen Reagentien ist bestimmt verschieden gegen jenes des Glutins.

Chlor, Alkohol, Quecksilberoxyd fällen dasselbe, wie das Glutin auch, aber es wird auch niedergeschlagen von Alaun, schwefelsaurer Thonerde, Essigsäure, essigsaurem Blei und schwefelsaurem Eisenoxyd.

Alaun und schwefelsaure Thonerde fällen das Chondrin schon in äussert geringer Quantität aus. Die Niederschläge sind im Wasser nicht löslich, aber sie lösen sich im Zusatz von mehr Fällungsmittel.

Der mit Essigsäure erhaltene Niederschlag ist hingegen in einem Ueberschuss der Säure nicht löslich. Alle diese Niederschläge werden aber gelöst von essigsaurem Kali, Natron und Kochsalz.

Salzsäure verhält sich gegen das Chondrin, wie gegen Glutin. Sehr wenig fällt, mehr löst wieder.

Kaliumeisencyanür fällt weder die neutrale, noch die saure Lösung des Chondrins.

Platinchlorid trübt, salpetersaures Silber aber kaum *(J. Müller)*.

Diese Angaben sind von *Simon* vollkommen bestätigt worden. Er fand, dass Salzsäure, Schwefelsäure, Salpeter-

säure und Phosphorsäure das Chondrin fällen, wenn man wenig Säure anwendet, aber, wie beim Glutin, in geringem Ueberschusse schon wieder den entstandenen Niederschlag auflösen.

Quecksilberchlorid fällt erst nach einiger Zeit.

Schwefelsaures Kupferoxyd fällt, aber im Ueberschuss der Fällungsmittel löst sich der Niederschlag wieder.

Salpetersaures Silber verhält sich ähnlich.

Chromsaures Kali trübt, wenn Salzsäure zu der Probe gesetzt wird.

Chlorwasser und Bromwasser fällen, Jodtinctur hingegen nicht.

Kreosot bewirkt eine milchige Trübung, die Probe gelatinirt nach 12 Stunden.

Gallustinctur bewirkt eine starke gelbe Trübung.

Alkohol fällt und verhält sich gegen Chondrin, wie gegen Glutin.

Vogel *) fand ebenfalls, dass fast alle anorganische Säuren, und eben so viele organische, Niederschläge geben, die in geringem Ueberschusse der Fällungsmittel wieder löslich sind. Als *Vogel* Kohlensäure in eine verdünnte Chondrinlösung leitete, erhielt er einen starken, fein zertheilten Niederschlag. Es löste sich derselbe nicht in Salzsäure, verschwand aber sogleich bei einem geringen Zusatz von Ammoniak. Er konnte durch Kohlensäure alles Chondrin aus der Auflösung fällen und fand, dass in überschüssiger Kohlensäure der erhaltene Niederschlag unlöslich war.

Durch Erwärmen, und eben so nach längerer Zeit ohne äussere Einwirkung, zerfliesst der Niederschlag, und die Flüssigkeit wird durch Kohlensäure auf's Neue gefällt. Verdünnte Säure entwickeln Gasblasen aus dem Niederschlage, und es bleibt Chondrin in der Flüssigkeit. Es scheint mithin diese durch Kohlensäure entstandene Fällung eine Verbindung des

---

*) Journal f. p. Chemie. B. XXI. pag. 426.

Chondrins mit Kohlensäure zu seyn, die aber ihrer leichten Zersetzbarkeit halber schwer zu analysiren seyn wird*).

Während die Niederschläge, die durch die meisten anorganischen Säuren erzeugt werden, in geringem Ueberschusse wieder aufgelöst werden, fand *Vogel*, dass diess bei dem durch Arseniksäure erzeugten Niederschlage nicht der Fall ist.

Eben so fand er, dass durch Kleesäure, Citronensäure, Bernsteinsäure, Honigsteinsäure und Traubensäure Niederschläge, unlöslich im Ueberschusse des Fällungsmittels, erzeugt werden.

Als *Vogel* Knorpel 24 Stunden hindurch mit verdünnter Salzsäure von 4° B. digerirte und dieselbe hierauf sorgfältig wusch, erhielt er durch Kochen aus diesen Knorpeln eine Gallerte, die sich von Glutin und Chondrin unterschied, und es verhielt sich dieselbe gegen alle Reagentien, die sonst auf Chondrin wirkten, indifferent**)

---

*J. Müller****)* glaubte anfänglich, dass der Unterschied zwischen Glutin und Chondrin durch den Gehalt an phospborsaurer Kalkerde bedingt seyn dürfte, der sich mit dem Glutin verbunden findet, indem sich die Eigenschaften des Chondrins, zur Zeit der Ossification, durch die Verbindung mit der Kalkerde in die des Glutins umwandeln würden. Dieser Gelehrte versuchte Chondrin mit phosphorsaurer Kalkerde zu verbinden, indem er eine Chondrinlösung mit saurer phosphorsaurer Kalkerde versetzte und die Säure mit kohlensaurem Kali neutralisirte, wodurch die Kalkerde gefällt wurde. Er hoffte auf diese Weise eine Verbindung von Chondrin mit phosphorsaurer Kalkerde zu

---

*) Glutin verhält sich anders. Auch durch stundenlanges Hindurchleiten von Kohlensäure durch Leimlösung habe ich weder Trübung, noch Niederschlag erhalten.

**) Durch Ausziehen mit verdünnter kalter Salzsäure, 1 Säure und 14 Wasser, wird keine Veränderung bewirkt, und Chondrin sowohl als Glutin zeigen, wenn hinlänglich gewaschen wurde, die ihnen zukommenden Eigenschaften, wenn sie aus, mit solcher Salzsäure behandeltem Knorpel dargestellt worden sind.

***) Poggendorf's Annalen. R. II. B. VIII. pag. 310.

erhalten, die gelöst bleiben würde, und mit welcher er Reactionsversuche anstellen wollte. Aber es war alles Chondrin gefällt worden, und keine Spur von demselben mehr in der Flüssigkeit nachzuweisen, welche vom Niederschlage war abfiltrirt worden.

Auch andere in diesem Sinne angestellte Versuche gaben keine gewünschten Resultate.

Ich habe keine Gelegenheit gehabt, die Knorpel von Greisen zu untersuchen, und kann mithin nicht angeben, ob der Gehalt an anorganischer Substanz beim Menschen im hohen Alter bedeutend zunimmt. Aber ich habe bei Thieren öfters in den Rippenknorpeln eine sehr grosse Menge von anorganischen Substanzen gefunden. Ich habe im nämlichen Sinne, aber auf entgegengesetztem Wege, diese Frage zu entscheiden gesucht, indem ich Rippenknorpel verschiedener Thiere analysirte, und nachdem der Gehalt an anorganischer Substanz bestimmt war, eine andere Partie derselben Rippen mit verdünnter Salzsäure von den erdigen Theilen befreite, und hierauf durch Kochen mit Wasser Leimlösungen darstellte, welche durch Reagentien auf Glutin oder Chondrin geprüft wurden.

Ich werde jetzt die Analysen angeben und hierauf mit den Reactionsversuchen schliessen, welche ich sowohl mit reinem Knochenknorpelleim, als auch mit diesem Leime, bereitet aus den Rippen, angestellt habe.

1.
Rippenknorpel eines Kalbes.

Es wurde bei dieser, so wie bei den folgenden Analysen der Rippenknorpel, eben so wie bei den Knochenanalysen bei + 115 — 120° R. getrocknet, bis die Substanz nichts mehr an Gewicht verlor.

Für 1.000 wurde Asche gefunden 00.956. Diese enthielt:

Phosphorsaure Kalkerde	.	1.03
Phosphorsaure Talkerde	.	Spur
Schwefelsaures Natron	.	41.56
Phosphorsaures Natron	.	27.96
Schwefelsaure Kalkerde	.	0.80

Kohlensaures Natron	. .	2.29
Chlornatrium	. . .	26.36
		100.00

2.

Rippenknorpel eines Pferdes. (16 Jahre alt.)

1.000 hatten 0.4193 Asche, welche enthielt:

Phosphorsaure Kalkerde	.	58.44
Phosphorsaure Talkerde	.	1.39
Schwefelsaure Kalkerde	.	30.95
Schwefelsaures Natron	.	3.77
Kohlensaures Natron	.	1.27
Chlornatrium	. . .	4.18
		100.00

3.

Rippenknorpel des Fuchses. (Einige Monate alt.)

1.000 gaben Asche 0.081. Sie enthielt:

Phosphorsaure Kalkerde	.	15.70
Schwefelsaure Kalkerde	.	1.75
Phosphorsaure Talkerde	.	0.90
Phosphorsaures Natron	.	33.85
Kohlensaures Natron	. .	1.01
Schwefelsaures Natron	.	38.02
Chlornatrium	. . .	8.77
		100.00

4.

Rippenknorpel des Fuchses. (Alt.)

1.000 gaben 0.463 Asche, welche enthielt:

Phosphorsaure Kalkerde	.	76.92
Schwefelsaure Kalkerde	.	4.70
Kohlensaure Kalkerde	.	1.23
Phosphorsaure Talkerde	.	2.05
Phosphorsaures Natron	.	2.31
Schwefelsaures Natron	.	8.88
Chlornatrium	. . .	3.91
		100.00

5.

Rippenknorpel des Hundes. (16 Jahre alt.)

1.000 gaben 0.4987 Asche. Sie enthielt:

Phosphorsaure Kalkerde	80.11
Schwefelsaure Kalkerde	7.20
Phosphorsaure Talkerde	0.79
Schwefelsaures Natron	5.99
Kohlensaures Natron	2.00
Chlornatrium	3.91
	100.00

6.

Rippenknorpel des Buchmarders. (Alt.)

1.000 gaben 0.3481 Asche, welche enthielt:

Phosphorsaure Kalkerde	83.92
Schwefelsaure Kalkerde	7.59
Kohlensaure Kalkerde .	Spur
Phosphorsaure Talkerde	1.72
Phosphorsaures Natron	1.78
Schwefelsaures Natron	4.19
Kohlensaures Natron .	Spur
Chlornatrium . .	0.80
	100.00

7.

Rippenknorpel der Hauskatze. (4 Wochen alt.)

1.000 gaben 0.066 Asche. Sie enthielt:

Phosphorsaure Kalkerde	39.7
Schwefelsaure Kalkerde	3.0
Phosphorsaure Talkerde	2.0
Schwefelsaures Natron	49.2
Phosphorsaures Natron	Spur
Kohlensaures Natron .	1.9
Chlornatrium . .	4.2
	100.0

8.

Rippenknorpel der Hauskatze. (Alt.)

1.000 gaben 0.4511 Asche, welche enthielt:

Phosphorsaure Kalkerde	54.63
Schwefelsaure Kalkerde	20.00
Kohlensaure Kalkerde .	5.57
Phosphorsaure Talkerde	6.80
Schwefelsaures Natron	9.09
Kohlensaures Natron .	Spur
Chlornatrium . .	3.91
	100.00

9.

Rippenknorpel des Löwen.

(Alter unbekannt, aber wahrscheinlich junges Thier.)

1.000 gaben Asche 0.0766. Diese Asche enthielt:

Phosphorsaure Kalkerde	28.53
Schwefelsaure Kalkerde	8.52
Kohlensaure Kalkerde .	Spur
Phosphorsaure Talkerde	6.37
Phosphorsaures Natron	1.02
Schwefelsaures Natron	46.00
Chlornatrium . .	9.56
	100.00

10.

Rippenknorpel eines Kindes von $\frac{1}{2}$ Jahr.

1.000 gaben Asche 0.0224. Sie enthielt:

Phosphorsaure Kalkerde	20.86
Schwefelsaure Kalkerde	50.68
Phosphorsaure Talkerde	9.88
Schwefelsaures Natron	9.21
Phosphorsaures Natron } Kohlensaures Natron . }	Spur
Chlornatrium . .	9.37
	100.00

Das Os pubis desselben Kindes hatte 0.0230 Asche und qualitativ und quantitativ dieselben Bestandtheile.

11.

Rippenknorpel eines Kindes von 3 Jahren.

1.000 gaben Asche 0.030. Sie enthielt:

Phosphorsaure Kalkerde	21.33
Schwefelsaure Kalkerde	48.68
Phosphorsaure Talkerde	8.88
Schwefelsaures Natron	10.93
Phosphorsaures Natron	3.00
Chlornatrium . .	7.18
	100.00

12.

Rippenknorpel eines Mädchens von 19 Jahren.

Dasselbe Individuum, von welchem schon oben Knochenanalysen angegeben worden sind.

1.000 gaben Asche 0.0729, welche enthielt:

Phosphorsaure Kalkerde	5.36
Schwefelsaure Kalkerde	92.41
Phosphorsaure Talkerde	0.99
Schwefelsaures Natron	1.24
Phosphorsaures Natron } Chlornatrium . . }	Geringe Spur
	100.00

13.

Rippenknorpel eines Weibes von 25 Jahren.

Auch von diesem Individuum wurden oben schon Knochenanalysen angeführt.

1.000 gaben 0.0392 Asche. Sie enthielt:

Phosphorsaure Kalkerde	6.33
Schwefelsaure Kalkerde	87.32
Phosphorsaure Talkerde	4.10
Schwefelsaures Natron	0.95
Kohlensaures Natron } Phosphorsaures Natron }	Spur
Chlornatrium . .	1.30
	100.00

14.

Rippenknorpel eines Mannes von 40 Jahren.

1.000 gaben Asche 0.061. Diese enthielt:

Phosphorsaure Kalkerde	13.09
Schwefelsaure Kalkerde	79.03
Phosphorsaure Talkerde	3.78
Schwefelsaures Natron .	1.22
Phosphorsaures Natron .	0.93
Kohlensaures Natron } Kohlensaure Kalkerde }	Spur
Chlornatrium . .	1.95
	100.00

Es sind die menschlichen Rippenknorpel noch von einigen anderen Beobachtern untersucht worden.

Fromherz und *Gugert* fanden 3.402 pCt. Asche für die Knorpel der falschen Rippen eines 20jährigen Mannes.

Die Asche enthielt für 100 Theile:

Kohlensaures Natron .	35.068
Schwefelsaures Natron .	24.241
Chlornatrium . . .	8.231
Phosphorsaures Natron .	0.925
Schwefelsaures Kali . .	1.200
Kohlensaurer Kalk . .	18.372
Phosphorsaurer Kalk . .	4.056
Phosphorsaure Talkerde .	6.908
Eisenoxyd und Verlust .	0.999
	100.000

Berzelius *) bemerkt, dass die grossen Mengen von Natron und Kalkerde in der Asche dieses Knorpels in wirklicher Verbindung mit dem leimgebenden Gewebe seyn möchten, weil die Menge des Natrons zu bedeutend ist und jene des Chlornatriums zu sehr übersteigt, um von den Flüssigkeiten herzurühren, welche im Knorpel eingeschlossen sind.

*) Lehrbuch der Chemie. B. IX. pag. 563.

In den Rippenknorpeln einer 63jährigen Frau fanden *Fromherz* und *Gugert* mehr phosphorsauren Kalk, als kohlensauren, aber sonst dieselben löslichen Bestandtheile.

Auch *Nasse* *) hat Rippenknorpel untersucht. Sie waren von einem 70jährigen Manne, der sehr mager und ein starker Branntweintrinker war. Die Analyse der Rippenknochen wurde schon oben bei den pathologischen Knochen angeführt. Er fand beim Austrocknen im Wasserbade 54.8 pCt. Wasser. Die Knorpel enthielten:

Fett . . .	3.16
Gallerte . .	87.70
Phosphorsauren Kalk	2.17
Kohlensauren Kalk	3.07
Lösliche Salze .	3.08
Magnesia . .	0.14
Verlust . .	1.76

Bei den nachfolgenden Versuchen, bei welchen die Lösungen vom Knochenknorpel sowohl, als vom permanenten Knorpel in kochendem Wasser in Behandlung genommen wurden, habe ich vorzugsweise im Auge gehabt, zu beobachten, ob das Verhalten des Knochenknorpels aller Wirbelthiere dasselbe ist, wie jenes ein und desselben Knorpels ist, wenn er längere oder kürzere Zeit gekocht wird, und wie sich in dieser Beziehung der permanente Knochen verhält.

Die Reagentien, die ich hiezu verwendete, waren solche, die entweder blos allein mit Chondrin Niederschläge oder Trübung geben, dann soche, die mit beiden Fällungen erzeugen, und endlich auch einige, bei denen verschiedene Angaben vorliegen, und welche bald fällen, bald wieder ohne Wirkung zu seyn scheinen.

Zu den ersteren, welche blos mit Chondrin Niederschläge geben, gehören:

*) Journal f. p. Chemie. B. XXVII. pag. 280.

I.

Schwefelsaure Thonerde,
Alaunlösung,
Neutrales schwefelsaures Eisen,
Basisches essigsaures Blei,
Weinsteinsäure,
Kleesäure,
Bernsteinsäure,
Citronensäure,
Essigsäure.

Mit Glutin und zugleich mit Chondrin geben Niederschläge:

II.

Chlorgold,
Schwefelsaures Platinoxyd,
Salpetersaures Quecksilberoxydul,
Quecksilberchlorid,
Chromsäure,
Chlorwasser,
Bromwasser,
Jodtinctur,
Gerbsäure.

Ein verschiedenes Verhalten zeigen:

III.

Schwefelsaures Kupferoxyd,
Chlorzinn,
Salpetersaures Silber.

Ich habe bei der Angabe dieser Reagentien blos Rücksicht genommen auf die Erfahrungen, die ich gemacht habe, während ich oben die von andern Beobachtern angegebenen Reactions-Erscheinungen zusammengestellt habe, und werde jetzt sogleich auf meine Versuche übergehen.

Um so viel wie möglich Wiederholungen zu vermeiden, werde ich die angegebenen Gruppen der Reagentien blos mit I., II. und III. bezeichnen, und nur in Fällen, wenn Ausnahmen der scheinbaren Regel oder vom gewöhnlichen Verhalten vorkommen, die einzelnen Reagentien anführen.

Knochenknorpel.

Neugeborenes Kind. Diaphysen der Knochen der Extremitäten.

Es wurde bei diesen, so wie bei den folgenden Versuchen der Knochenknorpel durch Aether von etwa noch anhängendem Fette befreit und dann in kleinen Stücken in einen Kolben gebracht und mit Wasser übergossen. Die Oeffnung des Kolben war mit einem Korke verschlossen, welcher durchbohrt und mit einer langen Glasröhre versehen war, die einen weiteren Kühlapparat unnöthig machte, indem auch während 50 — 60 stündigem Kochen nicht so viel Wasser verdampfte, dass eine Ersetzung desselben nöthig gewesen wäre. Nachdem eine gewisse Zeit hindurch gekocht worden war, wurde heiss filtrirt, und mit der Lösung die Versuche angestellt, ohne jedoch für allemal vorher das Glutin oder Chondrin mit Alkohol zu fällen, indem ich mich durch vielfältige Versuche überzeugte, dass ich stets dieselben Reactionen erhielt, es mochte nun durch Alkohol gefällt und wieder mit Wasser gelöst worden seyn, oder nicht.

Ich bemerke noch, dass ich nie und bei keinem meiner Versuche aus der neutralen oder angesäuerten Glutin- oder Chondrin-Lösung mit Kaliumeisencyanür Niederschlag oder Trübung erhielt.

Die durch 6 Stunden gekochten Diaphysen waren bis auf wenige Flocken gänzlich zu einer trüben Flüssigkeit gelöst, die leicht durch's Filter ging. I. ohne Einwirkung. Durch die mit II. bezeichneten Reagentien wurden durchgängig Reactionen erhalten, mit Ausnahme des Quecksilberoxyduls, die ich hier ein für allemal näher bezeichnen will, da sie sich meist auch bei den folgenden Versuchen ähnlich oder gleich verhielten.

Chlorgold bewirkte fast augenblicklich eine starke Trübung und später einen geringen gelben Niederschlag.

Platinchlorid einen starken braunen Niederschlag.

Salpetersaures Quecksilberoxydul eine weissliche Trübung.

Chromsäure eine starke gelbe Trübung und eben so gefärbten Niederschlag.

Im Uebrigen werden auch die Proteinverbindungen durch Chromsäure gefällt.

Chlorwasser*) erzeugt einen weissgelben Niederschlag, der in zähen, zusammenhängenden Massen zu Boden fällt.

Bromwasser einen starken gelben flockigen Niederschlag.

Jodtinctur eine starke braune Fällung.

Gerbsäure einen starken gelblichbraunen Niederschlag.

Von den mit III. bezeichneten Reagentien gab keins Trübung.

Durch nach 18 Stunden weiter fortgesetztes Kochen wurde keine Veränderung in diesen Reactionserscheinungen hervorgebracht.

Kind von einem halben Jahre.

Dieselben Knochen wie oben.

Dieselben Erscheinungen in Bezug auf I. und II., die so eben angegeben wurden, mit der Ausnahme, dass auch durch Quecksilberchlorid eine Trübung erhalten wurde.

III. ohne Einwirkung.

Diese Erscheinungen wurden durch 48stündiges unausgesetztes**) Kochen nicht verändert, als aber das Kochen noch 6 Stunden fortgesetzt wurde, gaben alle unter I. angeführte Reagentien deutlich Trübungen, die sich, mit Ausnahme der durch Essigsäure erzeugten, im Ueberschusse des Fällungsmittels nicht wieder lösten.

Weib von 25 Jahren.

Femur.

Auch durch 60 Stunden anhaltend fortgesetztes Kochen wurden nur durch alle bei II. angegebenen Reagentien Nieder-

---

*) Es ist nöthig, frisch bereitetes Chlorwasser anzuwenden, da solches, welches schon längere Zeit aufbewahrt worden, keinen Niederschlag mehr gibt, wahrscheinlich in Folge von zu grossen Mengen gebildeter Salzsäure.

**) Die Weingeistlampen, deren ich mich bei diesen Versuchen bediente, wurden des Abends um 10 Uhr noch einmal mit frischem Brennmaterial versorgt und brannten sodann während der ganzen Nacht fort, wobei der Apparat im steten Kochen erhalten wurde. Auf diese Weise war es möglich, die Arbeit bei allen diesen Versuchen nie unterbrechen zu müssen.

schläge oder Trübungen erhalten, wobei sich indess durch Quecksilberchlorid nur kaum merkliche Trübung zeigte.

I. und III. waren ohne alle Einwirkung.

Bos taurus, dreijährig.

Femur.

Durch 6stündiges Kochen wurden durch II. starke Niederschläge erhalten, mit Ausnahme des Quecksilberchlorids und des salpetersauren Quecksilberoxyduls. Nach 16stündigem Kochen gab Quecksilberchlorid Trübung. Nach 30stündigem Kochen wurde auch durch salpetersaures Quecksilberchlorid schwache Trübung erhalten. I. und III. waren ohne Einwirkung. Dieses Verhalten wurde durch 50stündiges Kochen nicht verändert. Wurde die abfiltrirte Lösung, nachdem zuerst 6 Stunden gekocht worden war, im Wasserbade zur Trockene verdampft, so wurde ein ziemlich hell gefärbter Leim erhalten.

Der Knochenknorpel vom Femur eines anderen, ebenfalls 3jährigen Ochsen gab schon nach 6stündigem Kochen durch alle unter II. angeführte Reagentien Niederschläge und veränderte sich, indem von Zeit zu Zeit Proben genommen wurden, nicht weiter, bis 48 Stunden gekocht worden war. Dann aber zeigte sich Trübung mit allen bei I. angegebenen Reagentien. III. war ohne Einwirkung.

Es wurde also entweder ein Theil des Glutins durch das anhaltende Kochen so modificirt, dass es die Reaction des Chondrins zeigte, oder, was wahrscheinlicher ist, es war schon anfänglich im Knochenknorpel eine gewisse Menge Chondrin vorhanden.

Felis Leo.

Rippenknochen.

Es gehörten die Knochen, deren Analyse oben schon angegeben wurde, wahrscheinlich einem jungen Thiere an. Es wurde durch 56stündiges Kochen, wobei schon in den ersten Stunden Alles zu einer trüben Flüssigkeit gelöst war, keine andere, als bloss auf Glutin bezügliche Reaction erhalten, indem zu keiner Zeit durch I. und III. Trübung oder Niederschläge erhalten wurden.

Ursus meles. Altes Thier.

Femur.

Durch 6 Stunden langes Kochen wurde fast alles gelöst, und die filtrirte Flüssigkeit gab mit Ausnahme des salpetersauren Quecksilberoxyduls ziemlich bedeutende Niederschläge. Nach 24 stündigem Kochen derselben Flüssigkeit trübte auch das bezeichnete Quecksilbersalz, nach 48 Stunden hat sich vollkommene Chondrin-Reaction eingestellt, zwar blos durch Trübungen bemerkbar, aber dennoch keineswegs zu verkennen und mit allen charakteristischen Eigenschaften derselben.

Canis familiaris. (6 Wochen alt.)

Diaphysen der Röhrenknochen.

Nach 6 Stunden Glutinreaction, aber schon nach weiterem 6 stündigen Kochen starke Reaction auf Chondrin. Auch Chlorzinn trübte.

Cervus capreolus (dreijährig).

Frisch entstandener, noch mit dem sogenannten Baste bedeckter Geweihknochen.

Es verhielt sich derselbe ganz genau wie die so eben angeführten Knochen des jungen Hundes.

Ardea maja.

Femur.

Keine Reaction auf Glutin unnd auch durch 56 stündiges Kochen keine Spur einer solchen auf Chondrin. Eben so verhielt sich Knochenknorpel des Humerus vom Lämmergeier.

Rana Pipa.

Diaphysen der Röhrenknochen.

Reine Reaction auf Glutin bis das Kochen 20 Stunden fortgesetzt war, worauf sich schwache Spur von Chondrin zeigte, die sich indess auch durch länger fortgesetztes Kochen nicht vermehrte.

Testudo graeca.

Obere Schale.

Reine und auch durch 50stündiges Kochen nicht veränderte Reaction auf Glutin. Diese sowohl, als die Lösung des Knochenknorpels von *Rana Pipa*, gaben einen gelatinirenden Leim.

Squalus.

Verknöcherter Theil der Rückenwirbel.

Schon nach 6 Stunden war fast alles zu einer trüben Flüssigkeit gelöst, die aber nicht gelatinirte. Es wurde mit I. und II. Trübung und Niederschlag erhalten. Von III. gab blos salpetersaures Silber eine schwache Trübung.

Gadus morrhua.

Rückenwirbel.

Ebenfalls nach 6 Stunden beinahe die ganze Substanz vollkommen zu einer trüben Flüssigkeit gelöst, die aber schwach gelatinirte. Es wurden in der verdünnten filtrirten Lösung durch I., II. und III. Trübungen und Niederschläge erhalten, welche sich aber von den vorher erhaltenen dadurch unterschieden, dass alle organische Säuren im geringen Ueberschusse schon wieder klärten, eben so verhielt sich schwefelsaures Kupfer.

Die mit Alaun erzeugte Fällung wurde vollkommen durch Ueberschuss des Fällungsmittels gelöst.

Durch Kaliumeisencyanür wurde weder in der sauern, noch in der neutralen Lösung eine Trübung bewirkt.

Esox Lucius.

Rückenwirbel.

Nach 6 — 12stündigem Kochen wurden bloss mit II. Niederschläge erhalten, zugleich aber auch mit schwefelsaurem Kupfer.

Als aber das Kochen noch weitere 12 Stunden fortgesetzt worden war, gaben auch die unter I. angeführten Reagentien Niederschläge, die sich aber, mit Ausnahme des durch Alaun erzeugten, im Ueberschusse der Fällungsmittel, nicht wieder lösten.

Clorzinn, salpetersaures Silber und Kaliumeisencyanür blieben ohne Einwirkung. Es war mithin Chondrin zugegen. Die Lösung gelatinirte schwach.

Cyprinus Carpio.

Rückenwirbel.

Durch 6 stündiges Kochen wurde eine Reaction auf Glutin erhalten, indess auch Trübung durch Chlorzinn. Dieses Verhalten dauerte unverändert fort, bis 18 Stunden gekocht worden war, worauf sich auch geringe Reaction auf Chondrin zeigte, welche aber durch fortgesetztes Kochen nicht vermehrt wurde, sondern sich nur durch schwache Trübungen zu erkennen gab. Die Lösung gelatinirte. Eben so verhielten sich Rückwirbel von *Cyprinus Barbus,* nur wurde hier mit Chlorzinn keine Trübung erhalten.

Pleuronectes platessa.

Rückenwirbel.

In den ersten Stunden des Kochens Niederschläge mit II. und zugleich starke Trübung durch Chlorzinn und salpetersaures Silber, nach 8 Stunden zeigten Alaun und die organischen Säuren die Anwesenheit von Chondrin durch ziemlich bedeutende Niederschläge. Es war schon nach einigen Stunden beinahe die ganze angewendete Substanz zur trüben Flüssigkeit gelöst, welche schwach gelatinirte.

Des Verhaltens der fossilen Knochen habe ich schon oben erwähnt. Es geben alle fossilen Knochen Glutin, und das zwar eher, als der Knochenknorpel frischer Knochen. Bei der Tibia von *Ursus spelaeus* aus der Knochenhöhle von Hermenetz zeigte sich nach 16 stündigem Kochen Chondrin neben den fortbestehenden Reactionen auf Glutin.

Die Knochen aus dem Torfmoore gaben schon in den ersten Minuten starke Reaction auf Glutin, dabei brachten aber Chlorzinn und salpetersaures Silber Niederschläge hervor. Chondrin konnte auch durch lange fortgesetztes Kochen nicht erhalten werden.

Selbst die sehr geringe Menge von Knorpelsubstanz, welche ich in Gestalt dunkelbrauner Flocken von einigen Saurierknochen und von fossilen Fischzähnen aus dem Muschelkalke erhielt, gab, wurde einige Minuten mit Wasser gekocht, mit schwefelsaurem Platinoxyd, Chlorgold und Gerbsäure Niederschläge und verhielt sich also ebenfalls wie Glutin.

Aus dem Knochenknorpel der Zähne von Menschen, von Pferden und von dem einiger Fleischfresser habe ich schon nach Verlauf von 4 Stunden durch Kochen einen gut gelatinirenden Leim erhalten, der mit allen Reagentien auf Glutin reichliche Niederschläge gab, aber auch durch langes Kochen, fortgesetzt bis zu 56 Stunden, keine Anzeichen von Chondrin wahrnehmen liess.

Knorpelsubstanz pathologischer Knochen.

Wie ich oben bei den angegebenen Analysen pathologischer Knochen erwähnte, wurde durch Kochen mit Wasser aus dem Knochenknorpel derselben stets Glutin erhalten, mit Ausnahme der häutigen, in einer cariösen Höhle gefundenen Knorpelsubstanz, welche auch Reaction auf Glutin gab. Ich gestehe, dass mir dieses Verhalten besonders bei der Exostose und beim Callus auffallend ist. Indessen gebe ich an, was ich gefunden habe. Aber da, wie ich so eben im Vorhergehenden gezeigt habe, selbst im reinen Knochenknorpel älterer Thiere durch längeres Kochen sich bisweilen Chondrin nachweisen lässt, wäre solches wohl auch bei diesen neuentstandenen Knochenbildungen zu vermuthen gewesen. Indessen waren bei einigen der pathologischen Knochen, wenn gleich keine Chondrin-Reaction, doch Niederschläge mit Reagentien bei der Knorpellösung derselben zu beobachten, die an jenen gesunden Knochen gewöhnlich nicht wahrgenommen wurden. So erhielt ich in zwei Fällen von Osteomalacie starke Niederschläge mit Chlorzinn, und in einem andern Falle Trübung mit schwefelsaurem Kupferoxyde. Die Knochenknorpellösung der rhachitischen Knochen zeigte ebenfalls ein eigenthümliches Verhalten, indem sie mit Chromsäure k e i n e n Niederschlag gab, während sonst diese Säure ein empfindliches Reagens auf Glutin ist. Bei Caries wurde in einem Falle starke

Trübung durch Chlorzinn erhalten, in den andern Fällen hingegen keine Spur einer solchen. Bei der Exostuse des Humerns vom Huhne trübte Chlorzinn und schwefelsaures Kupferoxyd, und bei der Callusmasse der Rippe des Pferdes wurde ebenfalls durch Chlorzinn starke Trübung erzeugt. Wenn ich auch diesen Erscheinungen eben nicht eine besondere Bedeutung beimesse, so lassen sie doch jedenfalls den Schluss ziehen, dass eine gewisse Veränderung in der Knorpelsubstanz dieser Knochen durch die pathologischen Vorgänge bewirkt worden ist.

Chondrin gebende Knorpel.

Sternum eines Neugeborenen.

Wenn ich das hier bezeichnete Sternum gleich anfänglich unter den Chondrin gebenden Knorpeln anführe, so geschieht diess deshalb, weil sich schon nach 4stündigem Kochen desselben, vollständige Reaction auf diesen Körper ergab. Es war dasselbe vorher nicht mit Säure behandelt, sondern sorgfältig von den Häuten und von den Rippenknorpeln gereinigt und mit Aether ausgekocht worden. Es zeigte eine Probe, die, nachdem zwei Stunden gekocht worden war, aus dem Kolben genommen wurde, Reaction auf Glutin, aber mit Alaun und den organischen Säuren ergab sich weder Trübung noch Niederschlag. Nach weiterem 2stündigen Kochen aber, wobei sich alles aufgelöst hatte, wurden durch alle mit I bezeichneten Reagentien starke Niederschläge erhalten und der durch Alaunlösung bewirkte Niederschlag war durch überschüssiges Fällungsmittel wieder löslich. Zugleich wurde durch Chlorzinn eine starke Fällung erhalten, Trübung durch salpetersaures Silber und durch schwefelsaures Kupfer, ein im Ueberschuss des Fällungsmittel wieder löslicher Niederschlag.

Rippenknorpel desselben Kindes

zeigten sonderbarer Weise erst nach 48stündigem Kochen Spuren von Chondrin, und diese selbst spärlich, indem alle Reagentien nur sehr geringe Trübung hervorbrachten. Chlorzinn bewirkte schon nach 6 Stunden ziemlich starke Fällung. Die Rippen gaben 1.1. p. Ct. Asche.

Dieselben Erscheinungen zeigten sich bei den Rippenknorpeln eines Kindes von $^1/_2$ Jahre, von welchen oben Nro. 10. die Analyse der Asche angegeben ist.

Rippenknorpel eines 25jährigen Weibes, deren Analyse Oben Nro. 13. angegeben, zeigten nach 18 Stunden ziemlich starke Reaction auf Chondrin, nachdem Glutin schon in den ersten 6 Stunden nachweisbar war. Auch Chlorzinn gab schon nach 6stündigem Kochen starke Fällung.

Rippenknorpel einer Hauskatze, Oben Nro. 8. angegeben, und 45.11 pr. Ct. Asche enthaltend, ergaben selbst nach 60stündigem Kochen keine Spur von Chondrin, Glutin hingegen schon in den ersten Stunden. — Es ist jedenfalls eigenthümlich, dass sich beim Knochenknorpel bisweilen durch längeres Kochen Chondrin entdecken lässt, während der eigentliche Knorpel bisweilen keines zu enthalten scheint.

In der organischen Substanz einiger Schalthiere habe ich weder Leim noch Chondrin gefunden, und es wurde durch keines der angegebenen Reagentien nur die mindeste Trübung erzeugt. So zum Beispiel bei *Cypraea* und *Mya*. —

Nachtrag.

Durch die hier folgende Notiz von *Harless* wird die auf pag. 8 ausgesprochene Behauptung modificirt. Ich habe die von Hrn. Professor *Müller* angegebenen Versuche, wie sie hier *Harless* mittheilt, wiederholt und vollkommen bestätigt gefunden. Was ich aber über den Markgehalt der Vogelknochen überhaupt sagte, hat indess doch seine Richtigkeit. *Harless* theilte mir Folgendes mit:

„Die pag. 8 angeführten Versuche wurden von mir Herrn Professor *Müller* in Berlin mitgetheilt, welcher auf die anatomischen Untersuchungen über die Axillarluftsäcke der Vögel, wie sie *Meckel* und Andere in ihren Werken mittheilen, aufmerksam machend, zugleich folgendes Experiment vorschlug: Es sollte nämlich einem Vogel der Humerus aufgesägt und, nachdem das ganze Thier unter Wasser gebracht worden, Luft in die Luftröhre eingeblasen werden; fände ein directer Uebergang von der letzteren in die Knochen statt, so müssten im Wasser aus der Oeffnung des Humerus Luftblasen austreten. Diess Experiment gelang auch vollständig; es konnte die in die Luftröhre eingeblasene Luft durch den Humerus austreten, eben so auch umgekehrt, wenn man Luft in den Röhrenknochen einbliess, wobei die Luft aus der Luftröhre hervorkam; zu bemerken ist jedoch, dass im ersteren Falle eine viel grössere Anstrengung erforderlich war, als im zweiten, um die Luft zur entgegenge-

setzten Oeffnung (hier des Humerus, dort der Luftröhre) heraustreten zu machen. Hiemit stimmt nun vollkommen jene Erscheinung überein, die wir bei dem mit einer Spritze verbundenen Humerus beobachteten. Wird nämlich von der Luftröhre her gegen den Humerus hin Luft eingeblasen, oder, was dasselbe ist, mit der Spritze an letzterem die Luft von der Luftröhre her auszusaugen versucht, so legt sich an der Communicationsstelle des Humerus mit dem Axillarluftsack ein Theil der Membran des letztern Organs klappenartig vor und sperrt so bis zu einem gewissen Punkte die Passage der Luft von der Trachea zum Humerus, was bei der umgekehrten Richtung des Luftstroms natürlich nicht der Fall ist.

Was die Erklärung des zweiten Experiments, welches einige Zeit nach jenen pag. 8. angeführten angestellt wurde, betrifft, wo nämlich eine Taube, nachdem der Humerus aufgesägt war, noch Wochen lang ohne Respirations-Hinderniss fortlebte, und woraus ich ebenfalls schloss, dass die Höhlung des Röhrenknochen nach dem Cavum der Brust nicht communicire, so habe ich Folgendes zu erwähnen: durch die Oeffnung des Humerus wird keineswegs der zum Athmen nöthige einseitige Luftdruck von der Luftröhre her aufgehoben, etwa wie bei einer Oeffnung in die Thoraxwandungen, sondern die Röhrenknochen communiciren mit der Lunge unmittelbar so, dass die von hier eindringende Luft nicht jener von der Luftröhre her einströmenden entgegenwirke und deren Strömung aufhebe, somit die Respiration unmöglich mache, sondern die Oeffnung des Humerus ist demjenigen Eingriff in den Mechanismus der Respiration ähnlich, den wir durch die Tracheotomie erzeugen, welche ebenfalls keineswegs auch bei offener Stimmritze die Ausdehnung der Lungen hemmt.«

Harless.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Alle Figuren, mit Ausnahme von Fig. 15, bei 180facher Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 1. Oberarmknochen des Menschen. Querdurchschnitt.
- a. Normal der Länge des Knochens nach verlaufendes Markkanälchen.
- b. Seitenkanälchen, ebenfalls quer durchschnitten.
- c. Schief verlaufendes Markkanälchen.
- d. Schief verlaufendes Seitenkanälchen, dessen beide Fortsätze durch das Schleifen entfernt worden sind.

Fig. 2. Oberarmknochen des Menschen. Längsdurchschnitt.
- a. Markkanälchen.
- b. Seitenkanälchen.
- c. Schief verlaufendes Markkanälchen, deshalb hier fast im Querschnitte gesehen.

Fig. 3. Hinterhauptknochen des Menschen. Querschnitt.

Fig. 4. Hinterhauptknochen des Menschen. Längsschnitt.

Fig. 5. Oberschenkelknochen eines grossen Hundes. Querschnitt.

Fig. 6. Oberarmknochen des Wolfes. Längsschnitt.

Fig. 7. Oberschenkelknochen des Maulwurfes. Längsschnitt.

Fig. 8. Oberschenkelknochen der Maus. Längsschnitt.

Fig. 9. Oberschenkelknochen des Ochsen. Querschnitt.

Fig. 10. Knochenknorpel vom Oberschenkelknochen des Ochsen. Querschnitt.
Fig. 11. Knochenknorpel vom Oberschenkelknochen des Ochsen. Längsschnitt.
Fig. 12. Oberarmknochen. Menschlicher Fötus von 6 Monaten. Querschnitt.
Fig. 13. Hornzapfen des Schafes. Querdurchschnitt.
Fig. 14. Geweihknochen des Rehes. Querdurchschnitt.
Fig. 15. Hautknochen vom Gürtelthier *(Dasypus niger)*. Gürtelschuppe 10fach vergrössert.
Fig. 16. Dieselbe Knochen 180fach.

Tafel II.

Alle Figuren, mit Ausnahme von Fig. 6, bei 180facher Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 1. Oberarmknochen des Lämmergeier. Querschnitt.
Fig. 2. Dieselben Knochen. Längsschnitt.
Fig. 3. Oberarmknochen des Schwan. Querschnitt.
Fig. 4. Schädelknochen des Haussperlings. Der Fläche nach gesehen, nicht geschliffen.
Fig. 5. Obere Schale der *Testudo graeca.* Querschnitt.
Fig. 6. Knochenschild des Hausen 15fach vergrössert. Querschnitt.
Fig. 7. Dasselbe 180fach vergrössert.
Fig. 8. Wirbelfortsatz des Hechtes. Längsschnitt.
Fig. 9. Knochenschild des Stör. Querschnitt.
Fig. 10. Dorn auf dem Knochenschild des Stör. Querschnitt.
Fig. 11. Wirbelfortsatz des Kabeljau. Längsschnitt.
Fig. 12. Kopfknochen von *Pleuronectes platessa.*
Fig. 13. Kopfknochen von *Cobitis fossilis.*
Fig. 14. Wadenknochen von *Ursus spelaeus.* Querschnitt.
Fig. 15. Phalanx von *Ursus spelaeus.* Querschnitt.
Fig. 16. Rippe einer Mumie. Querschnitt.

Tafel III.

Mit Ausnahme von Fig. 1 bis Fig. 4 alle Zeichnungen 180 fach vergrössert.

Fig. 1. Cariöser menschlicher Oberschenkel. Natürl. Grösse.

Fig. 2. Gebrochener und wieder durch Callusmasse vereinigter Oberschenkelknochen von *Lepus Timidus*. Natürl. Grösse.

Fig. 3. Wirbelkörper eines fossilen *Saurier* bei auffallendem Lichte und 5facher Vergrösserung. Längsschnitt.

Fig. 4. Accidentell auf dem Oberschädel eines Pferdes gebildeter Zahn, Bruchstück eines Querschnittes bei 10facher Vergrösserung.

Fig. 5. Fragment der Rippe eines Pferdes mit Callus. a. Callusmasse. b. Knochen. Querschnitt.

Fig. 6. Callusmasse des Wadenknochen von *Lepus cuniculus*. Querschnitt der Richtung des Knochens nach.

Fig. 7. Osteomalacie. Oberschenkelknochen einer Frau von 83 Jahren. Querschnitt.

Fig. 8. Derselbe Knochen. Längsschnitt.

Fig. 9. Osteomalacie. Oberschenkelknochen einer Frau von 75 Jahren. Querschnitt.

Fig. 10. Caries. Phalanx eines Mannes. Querschnitt.

Fig. 11. Caries. Oberschenkelknochen. Querschnitt von Fig. 1.

Fig. 12. Exostose vom Oberarmknochen des Haushuhnes. Querschnitt der Richtung des Knochens nach.

Fig. 13. Oberarmknochen des Huhnes, an welchem die Exostose befindlich war. a) Knochen. b) Ausfüllungsmasse, die an die Stelle des Knochenmarkes getreten. Querschnitt der Richtung des Knochens nach.

Fig. 14. Callusmasse vom Wadenbein des Rebhuhnes. a) Callusmasse. b) Knochen, mit dem der Callus verbunden war. Querschnitt der Richtung des Knochens nach.

Tafel IV.

Fig. 1. Kanälchen des menschlichen Schneidezahnes. Querschnitt. 200fache Vergrösserung.

Fig. 2. Wurzel des menschlichen Schneidezahnes. a) Rindensubstanz ohne wirkliche Knochenkörperchen. b) Ein Stück des Zahnknochen mit Kanälchen. Querschnitt. 200fache Vergrösserung.

Fig. 3. Wurzel eines anderen menschlichen Schneidezahnes bei derselben Vergrösserung mit Knochenkörperchen. Querschnitt.

Fig. 4. Kristallinische Formen, entstanden bei der Behandlung des Zahnknochens mit verdünnter Salzsäure. 100 fach vergrössert.

Fig. 5. Erster Backenzahn von *Lepus timidus.* a) Zahnknochen. b) Rindensubstanz. c) Schmelz. d) Streifen von Rindensubstanz, im Innern des Zahnknochens sichtbar. e) Uebergang der Rindensubstanz in den Schmelz. 20 fache Vergrösserung. Querschnitt.

Fig. 6. Fragment aus dem Backenzahn eines Pferdes. a) Zahnknochen. b) Rindensubstanz. c) Schmelz. 20 fache Vergrösserung. Querschnitt.

Fig. 7. a) Zahnknochen desselben Zahnes. b) Rindensubstanz. Beide 200 fach vergrössert. Querschnitt.

Fig. 8. Zahnwurzel von *Ovis Ammon.* a) Rindensubstanz mit Markkanälchen und Knochenkörperchen. b) Zahnknochen. 200 fach vergrössert. Querschnitt.

Fig. 9. Schneidezahn von *Mus Rattus.* a) Zahnknochen. b) Rindensubstanz. c) äussere dunkelgelb gefärbte Schicht. 200 fach vergrössert. Längsschnitt.

Fig. 10. Zahnkrone des Delphin. Die Rindensubstanz, mit Knochenkörperchen, ersetzt die Glasur. 200 fach vergrössert. Querschnitt.

Tafel V.

Die Fig. 1 bis 7 430 fach vergrössert.

Fig. 1. Knochenkörperchen vom Oberschenkelknochen des Menschen. (Mann von 30 Jahren.) Querschnitt.

Fig. 2. Knochenkörperchen vom Oberschädel desselben Individuums. Längsschnitt.

Fig. 3. Knochenkörperchen vom Oberschenkelknochen des Ochsen. Querschnitt.

Fig. 4. Knochenkörperchen vom Oberschädel der Hausmaus. Längsschnitt.

Fig. 5. Knochenkörperchen vom Oberarmknochen des Lämmergeier. Querschnitt.

Fig. 6. Knochenkörperchen vom Oberschädel eines *Trochilus*. Längsschnitt.

Fig. 7. Knochenkörperchen von der oberen Schale der *Testudo graeca*. Querschnitt.

Fig. 8. Callus einer Pferderippe. Die helle Stelle der Zeichnung ist ein dünner Splitter des Rippenknochens, der mit der Callusmasse an beiden Seiten verwachsen ist. 70 fache Vergrösserung. Längsschnitt des Knochens.

Fig. 9. Zahn eines Hay. 180 fache Vergrösserung. Querschnitt.

Fig. 10. Zahn des Flusshecht. a. Zahnknochen. b. Aeussere Schicht des Zahnes. 200 fach vergrössert. Querschnitt.

Fig. 11. Zahn des Sägefisches. 200 fach vergrössert. Querschnitt.

Fig. 12. Zahnknochen der Krone eines Menschenzahnes mit dunklen, den Knochenkörperchen ähnlichen, Flecken. 180 fache Vergrösserung. Querschnitt.

Berichtigungen.

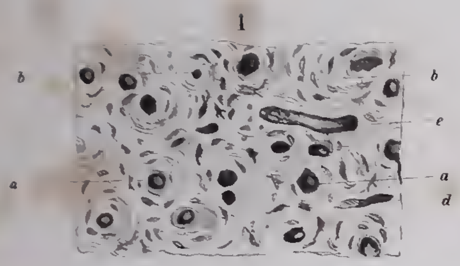
Seite	4	Zeile 13	von unten	statt	desselben	lies	derselben.
,,	6	,, 2	,, oben	,,	wird	,,	werden.
,,	41	,, 12	,, unten	,,	verweigten	,,	verzweigten.
,,	51	,, 12	,, unten	,,	zeigt	,,	zeigte.
,,	54	,, 17	,, oben	,,	Erziehung	,,	Entziehung.
,,	63	,, 2	,, oben	,,	Knochen	,,	Kochen.
,,	63	,, 5	,, oben	,,	Füllung	,,	Fällung.
,,	85	,, 10	,, oben	,,	Netzmark	,,	Netzwerk.
,,	102	,, 5	,, unten	,,	antedilucianischen	,,	antediluvianischen.
,,	254	Anmerkung	unten	,,	Poggerdorf	,,	Poggendorf.
,,	306	Zeile 7	von oben	,,	männlichen	,,	nämlichen.
,,	359	,, 2	Anmerk.	,,	theol. u. path.	,,	theor. u. pract. !!
,,	364	,, 2	von oben	,,	Eindämpfen	,,	Eindampfen.
,,	371	,, 17	,, unten	,,	Wühler	,,	Wöhler.
,,	373	,, 12	,, unten	,,	Hornzahn	,,	Hornzapfen.
,,	418	,, 6	,, unten	,,	soche,	,,	solche.

Man bittet noch nachstehende Zahlen zu berichtigen.

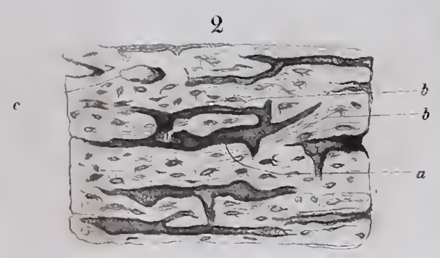
Seite	130	Analyse 14 (Vertebrae) Knorpelsubstanz	statt	25.06	liess	51.06.
,,	130	,, 15 (Femur) ,,	,,	30.33	,,	30.23.
,,	135	,, 24 Organ. Substanz	,,	21.41	,,	31.41.
,,	154	,, 62 (Scapula) Phos. Kalkerde etc.	,,	37.13	,,	57.13.
,,	155	,, 63 (Atlas) ,, ,,	,,	56.35	,,	55.35.
,,	159	,, 68 Anorganische Substanz	,,	38.73	,,	68.73.
,,	166	(Radius) Phosphorsaure Kalkerde	,,	5.30	,,	53.0.
,,	189	Analyse 1 Organische Substanz	,,	31.09	,,	31.19.
,,	190	,, 3 (Os occip.) Phosphs. Kalkerde	,,	54.84	,,	64.84.
,,	322	(Rückenwirbel) Organische Bestandtheile	,,	54.83	,,	54.820.
,,	342	(Bruchstück e. Rückenwirbels) Anorg. Subst.	,,	86.44	,,	76.44.
,,	353	(Fischzahn) Thonerde etc.	,,	14.89	,,	4.89.
,,	369	Anorganische Substanz	,,	55.22	,,	65.22.

II.

1



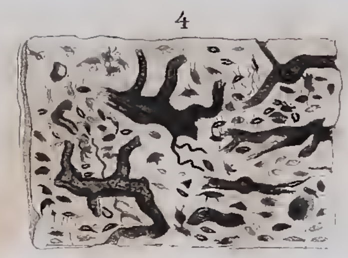
2



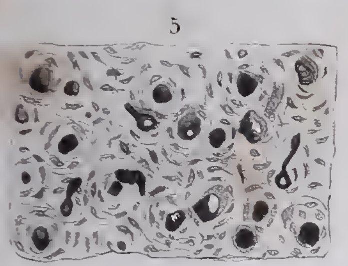
3



4



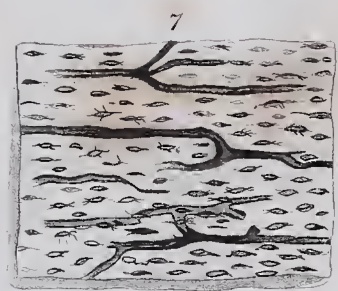
5



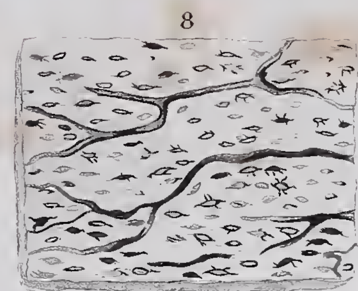
6



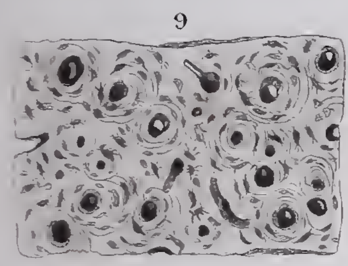
7



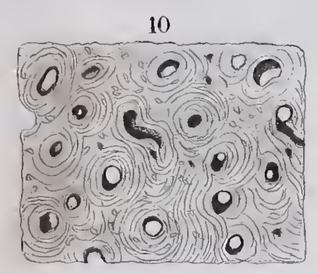
8



9



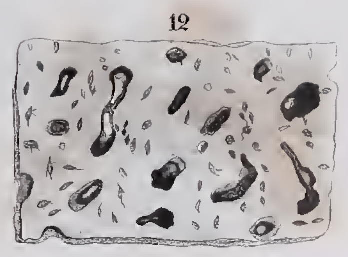
10



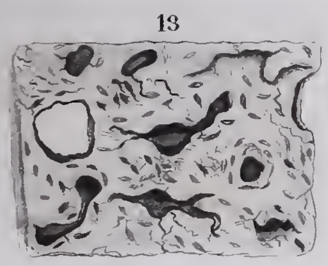
11



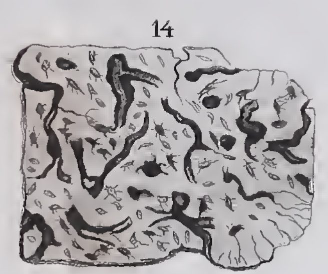
12



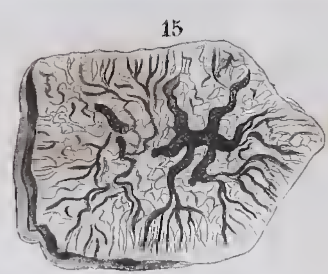
13



14



15

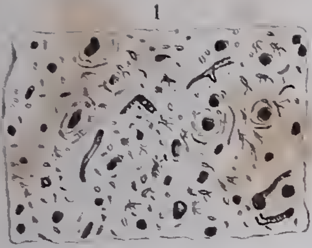


16



Stich Druck und Eigenthum des Kunstverlags in Schweinfurt.

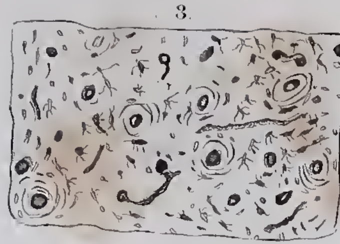
1.



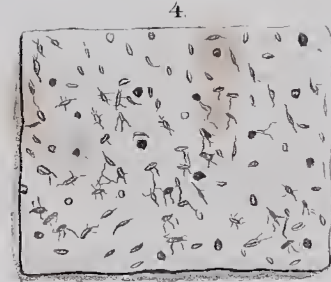
2.



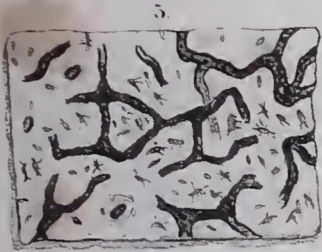
3.



4.



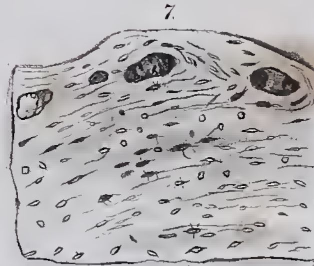
5.



6.



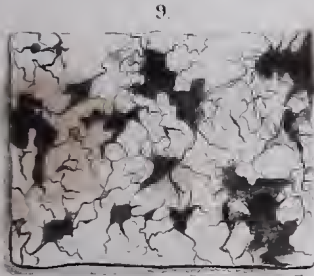
7.



8.



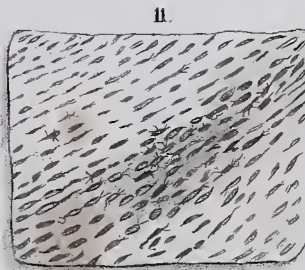
9.



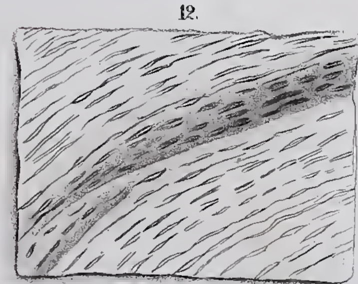
10.



11.



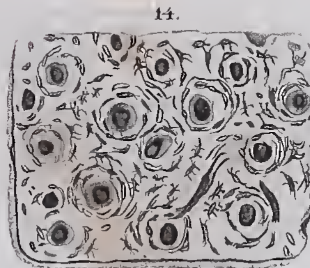
12.



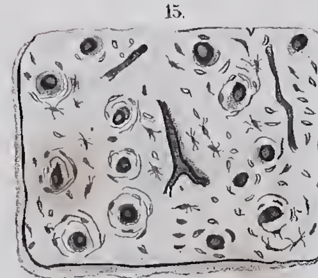
13.



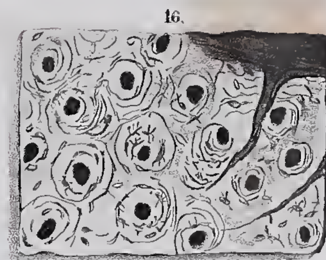
14.



15.

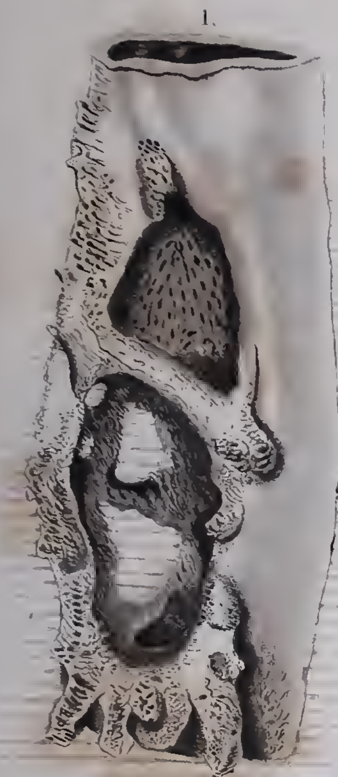


16.

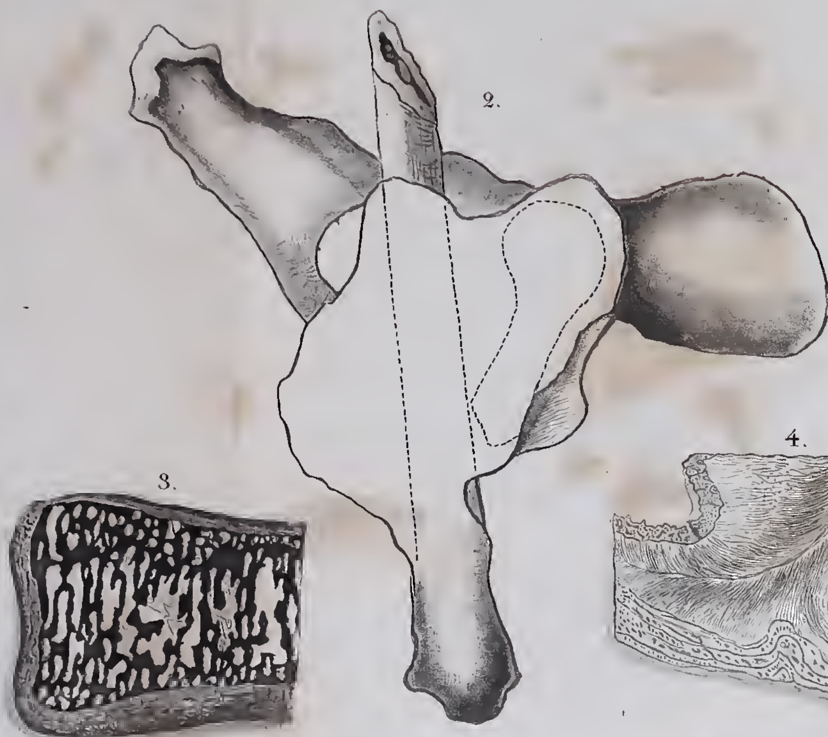


Stich, Druck und Eigenthum des Kunstverlags in Schweinfurt.

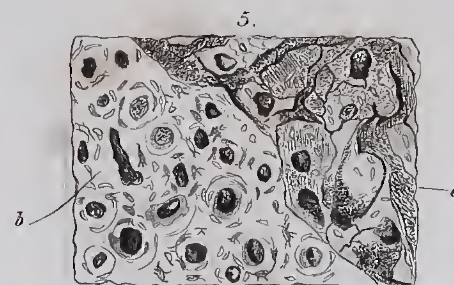
1.



2.



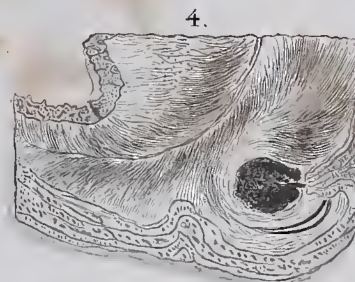
5.



3.



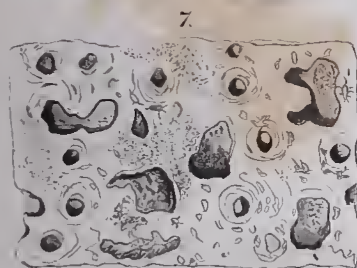
4.



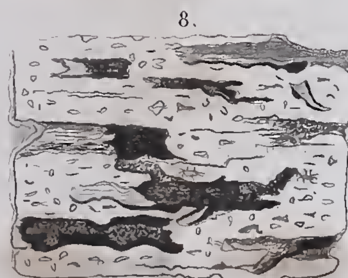
6.



7.



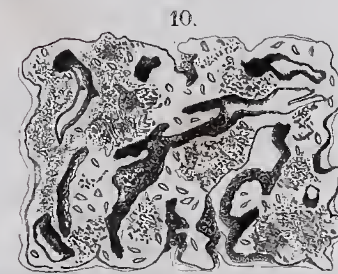
8.



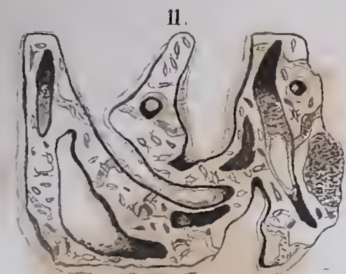
9.



10.



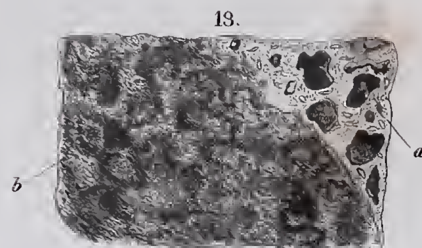
11.



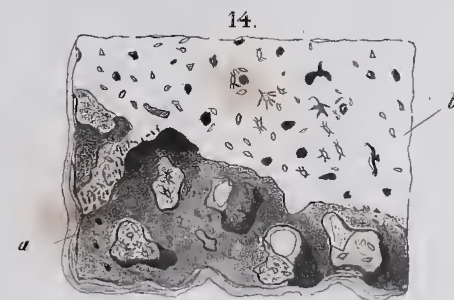
12.



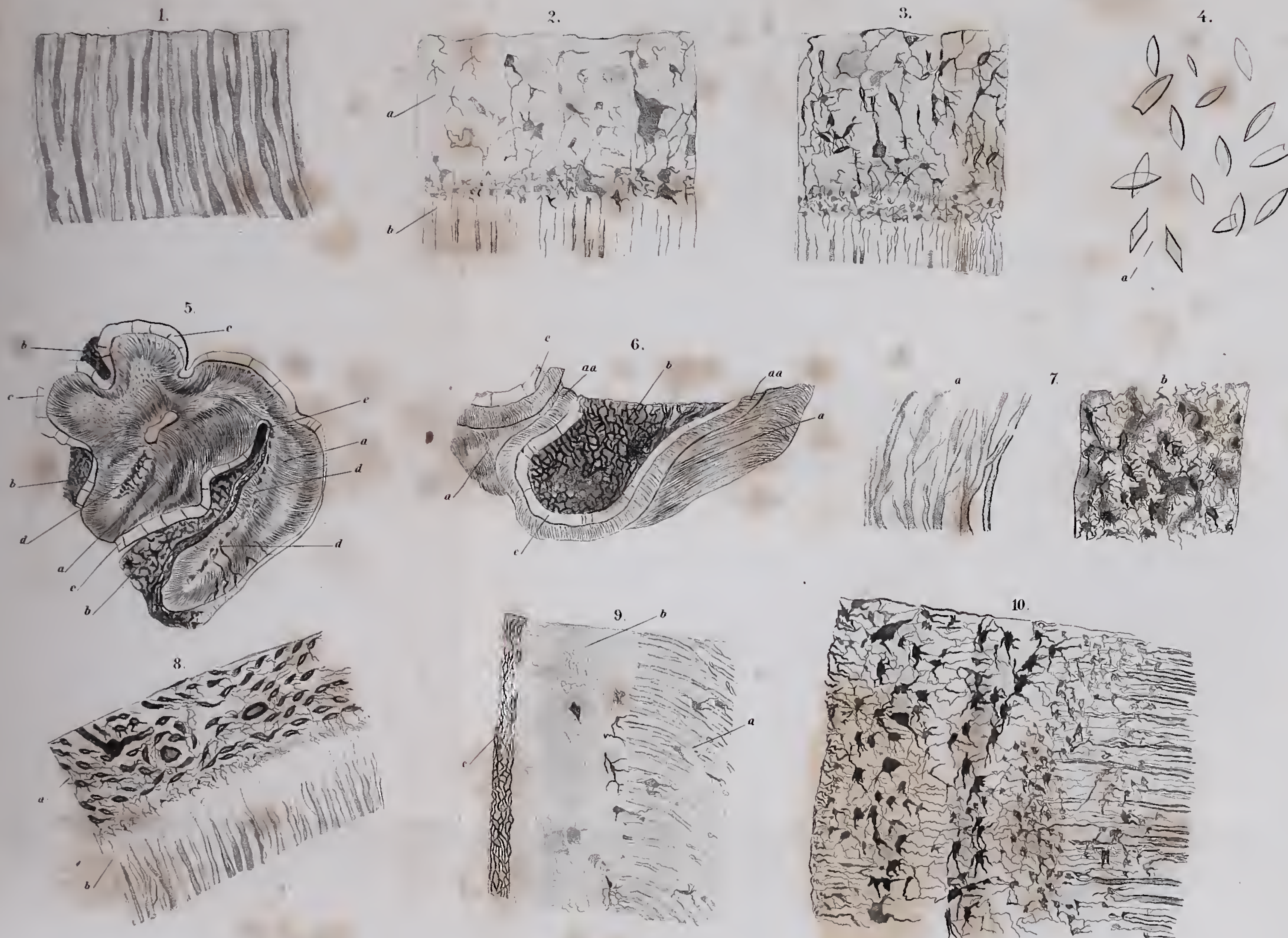
13.



14.



Stich, Druck und Eigenthum des Kunstverlags in Schweinfurt.



Stich, Druck und Eigenthum des Kunstverlags in Schweinfurt.



Stich, Druck und Eigenthum des Kunstverlags in Schweinfurt.